

**Исследовательское задание:**

**Экспериментально определить, как изменяется период колебаний маятника, состоящего из сосуда, подвешенного на длинной нити, если сосуд наполнен водой, которая постепенно вытекает через отверстие в дне сосуда**

**Цель:** рассмотреть, как изменяется период колебаний маятника, представляющего собой сосуд, при вытекании воды через отверстие в дне сосуда (при уменьшении массы воды).

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, стеклянная бутылка, нить длиной 1м, линейки, секундомер, измерительный цилиндр, весы.

Сосуд, колеблющийся на нити, представляет собой физический маятник. Отличительной особенностью данного маятника от математического является то, что длиной его подвеса считается расстояние от точки подвеса до центра масс подвешенного тела. В качестве маятника мы взяли стеклянную бутылку (0,5 л) массой 0,290 кг.



В работе мы использовали штатив с муфтой и лапкой, к которому прикрепили нить с бутылкой, наполненной водой. Для измерения массы самой бутылки, а так же налитой в неё воды, служили весы.



**Проведение эксперимента:**

Эксперимент состоял из двух серий.

Имитируя вытекание воды из бутылки, отливали равные объемы воды, каждый раз рассчитывали период колебаний и длину подвеса физического маятника по формулам (1) и (2) соответственно:

$$T = \frac{t}{N} \quad (1)$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} \quad (2)$$

**1 серия:**

На нить длиной 0,81 м подвесили стеклянную бутылку, которую заполнили водой. С помощью весов определили массу бутылки вместе с водой.



Измеряли время  $t$  50-ти колебаний  $N$ .



Из бутылки отливали воду по 0,030 кг.



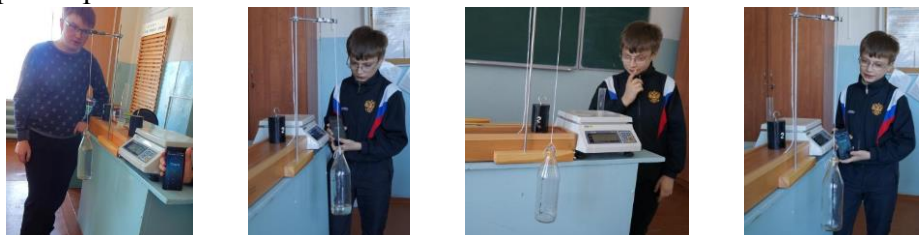
В первой серии было проведено 18 опытов.

## 2 серия

На нить длиной 0,35 м подвесили ту же стеклянную бутылку, которую заполнили водой.



Измеряли время  $t$  25-ти колебаний  $N$ .



Из бутылки отливали воду по 0,060 кг.



Во второй серии было проведено 9 опытов.

**Результаты:**

С помощью формул (1) и (2) рассчитали период  $T_n$  и длину подвеса  $l_n$  для каждой серии.

**1 серия:**

Погрешность при измерении промежутка времени секундомером (электронным) составляет  $\Delta_t = 0,01$  с, тогда:

$$T_1 = \frac{96,02 \text{ с}}{50} = 1,920 \text{ с} \approx 1,92 \text{ с}$$

$$l_1 = l = \frac{(1,92 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,916 \text{ м}$$

$$T_2 = \frac{97,51 \text{ с}}{50} = 1,950 \text{ с} \approx 1,95 \text{ с}$$

$$l_2 = \frac{(1,95 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,945 \text{ м}$$

$$T_3 = \frac{98,11 \text{ с}}{50} = 1,962 \text{ с} \approx 1,96 \text{ с}$$

$$l_3 = \frac{(1,96 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,955 \text{ м}$$

$$T_4 = \frac{98,01 \text{ с}}{50} = 1,960 \text{ с} \approx 1,96 \text{ с}$$

$$l_5 = \frac{(1,96 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,955 \text{ м}$$

$$T_5 = \frac{97,41 \text{ с}}{50} = 1,948 \text{ с} \approx 1,95 \text{ с}$$

$$l_5 = \frac{(1,95 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,945 \text{ м}$$

$$T_6 = \frac{98,27 \text{ с}}{50} = 1,965 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_6 = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_7 = \frac{98,32 \text{ с}}{50} = 1,966 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_7 = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_8 = \frac{98,48 \text{ с}}{50} = 1,970 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_8 = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_9 = \frac{98,58 \text{ с}}{50} = 1,972 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_9 = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_{10} = \frac{98,68 \text{ с}}{50} = 1,974 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_{10} = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_{11} = \frac{98,38 \text{ с}}{50} = 1,968 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_{11} = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_{12} = \frac{98,27 \text{ с}}{50} = 1,965 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_{12} = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_{13} = \frac{98,37 \text{ с}}{50} = 1,967 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_{13} = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_{14} = \frac{98,29 \text{ с}}{50} = 1,966 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_{14} = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_{15} = \frac{98,41 \text{ с}}{50} = 1,968 \text{ с} \approx 1,97 \text{ с}$$

$$l_{15} = \frac{(1,97 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,964 \text{ м}$$

$$T_{16} = \frac{98,03 \text{ с}}{50} = 1,961 \text{ с} \approx 1,96 \text{ с}$$

$$l_{16} = \frac{(1,96 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,955 \text{ м}$$

$$T_{17} = \frac{97,65 \text{ с}}{50} = 1,953 \text{ с} \approx 1,95 \text{ с}$$

$$l_{17} = \frac{(1,95 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,945 \text{ м}$$

$$T_{18} = \frac{97,46 \text{ с}}{50} = 1,949 \text{ с} \approx 1,95 \text{ с}$$

$$l_{18} = \frac{(1,95 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,945 \text{ м}$$

Все данные занесли в таблицу.

№ опыта	t , с	m, кг	l, м	T, с
1	96,02	0,800	0,916	1,92
2	97,51	0,770	0,945	1,95
3	98,11	0,740	0,955	1,96
4	98,01	0,710	0,955	1,96
5	97,41	0,680	0,945	1,95
6	98,27	0,650	0,964	1,97
7	98,32	0,620	0,964	1,97
8	98,48	0,590	0,964	1,97
9	98,58	0,560	0,964	1,97
10	98,68	0,530	0,964	1,97
11	98,38	0,500	0,964	1,97
12	98,27	0,470	0,964	1,97
13	98,37	0,440	0,964	1,97
14	98,29	0,410	0,964	1,97
15	98,41	0,380	0,964	1,97
16	98,03	0,350	0,955	1,96
17	97,65	0,320	0,955	1,95
18	97,46	0,290	0,945	1,95



**2 серия:**

Погрешность при измерении промежутка времени секундомером (электронным) составляет  $\Delta_t = 0,01$  с, тогда:

$$T_1 = \frac{37,72 \text{ с}}{25} = 1,501 \text{ с} \approx 1,50 \text{ с}$$

$$l_1 = \frac{(1,50 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,559 \text{ м}$$

$$T_2 = \frac{38,03 \text{ с}}{25} = 1,521 \text{ с} \approx 1,52 \text{ с}$$

$$l_2 = \frac{(1,52 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,574 \text{ м}$$

$$T_3 = \frac{38,25 \text{ с}}{25} = 1,530 \text{ с} \approx 1,53 \text{ с}$$

$$l_3 = \frac{(1,53 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,582 \text{ м}$$

$$T_4 = \frac{38,65 \text{ с}}{25} = 1,546 \text{ с} \approx 1,55 \text{ с}$$

$$l_4 = \frac{(1,55 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,597 \text{ м}$$

$$T_5 = \frac{38,46 \text{ с}}{25} = 1,538 \text{ с} \approx 1,54 \text{ с}$$

$$l_5 = \frac{(1,54 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,589 \text{ м}$$

$$T_6 = \frac{38,41 \text{ с}}{25} = 1,536 \text{ с} \approx 1,54 \text{ с}$$

$$l_6 = \frac{(1,54 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,589 \text{ м}$$

$$T_7 = \frac{38,34 \text{ с}}{25} = 1,534 \text{ с} \approx 1,53 \text{ с}$$

$$l_7 = \frac{(1,53 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,582 \text{ м}$$

$$T_8 = \frac{38,04 \text{ с}}{25} = 1,522 \text{ с} \approx 1,52 \text{ с}$$

$$l_8 = \frac{(1,52 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,574 \text{ м}$$

$$T_9 = \frac{37,59 \text{ с}}{25} = 1,504 \text{ с} \approx 1,50 \text{ с}$$

$$l_9 = \frac{(1,50 \text{ с})^2 \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot (3,14)^2} = 0,559 \text{ м}$$

Все данные занесли в таблицу:

№ опыта	t , с	m, кг	l, м	T, с
1	37,72	0,770	0,559	1,50
2	38,03	0,710	0,574	1,52
3	38,25	0,650	0,582	1,53
4	38,65	0,590	0,597	1,55
5	38,46	0,530	0,589	1,54
6	38,41	0,470	0,589	1,54
7	38,34	0,410	0,582	1,53
8	38,04	0,350	0,574	1,52
9	37,59	0,290	0,559	1,50



**Вывод:** В результате выполнения работы мы попытались выяснить, как зависит период колебания маятника (бутылки) от массы вытекающей воды. При уменьшении массы воды в бутылке период колебания сначала постепенно растет (серии 1,2), потом постепенно уменьшается (серия 1 – выражено не ярко, серия 2 – выражено хорошо). Анализируя данные таблиц, заметили, что длина подвеса физического маятника (бутылки) увеличивается при уменьшении воды в бутылке; когда воды остается мало, то длина подвеса уменьшается (серия 2).