

Университет ИТМО
Учебный центр общей физики ФТФ

Лабораторная работа №2 Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости

Группа: Р3114
Студент: Гиниятуллин Арслан Рафаилович
Преподаватель: Куксова Полина Алексеевна

Работа выполнена:

Отчет принят:

К работе допущен:

1 Цель работы

1. Экспериментальная проверка равноускоренности движения тележки по наклонной плоскости.
2. Определение величины ускорения свободного падения g .

2 Задачи, решаемые при выполнении работы

Изучение равноускоренного движения, движения по наклонной плоскости, расчет ускорения тела, проверка теоретически выведенных зависимостей.

3 Объект исследования

Тележка, движущаяся по наклонной плоскости.

4 Метод экспериментального исследования

Лабораторный эксперимент.

5 Используемые формулы

1. Следствие из формулы зависимости координаты x от времени

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \xrightarrow{v_{0x}=0} x_2 - x_1 = \frac{a}{2}(t_2^2 - t_1^2), \quad x_0 - \text{начальная координата}$$

2. Второй закон Ньютона, описывающий движение тележки по наклонной плоскости

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}, \quad \vec{a} - \text{ускорение тележки,} \\ \vec{N} - \text{сила реакции опоры,} \\ \vec{F} - \text{сила трения скольжения, } F = \mu N$$

3. Формула для расчета коэффициента пропорциональности a уравнения $Y = aZ$ и его среднее квадратичное отклонение методом наименьших квадратов

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i Y_i}{\sum_{i=1}^N Z_i^2}; \\ \sigma_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - aZ_i)^2}{(N-1) \sum_{i=1}^N Z_i^2}}; \quad N - \text{кол-во точек в серии}$$

6 Измерительные приборы

Наименование	Предел измерений	Цена деления	Δ
Линейка на рельсе	1.3 м	1 см/дел	5 мм
Линейка на угольнике	250 мм	1 мм/дел	0.5 мм
ПКЦ-3 в режиме секундомера	100 с	0.1 с	0.1 с

Таблица 1: Измерительные приборы

7 Результаты прямых измерений и их обработки

x , м	x' , м	h_0 , мм	h'_0 , мм
0.22	1.00		

Таблица 2: Положение наклонной плоскости

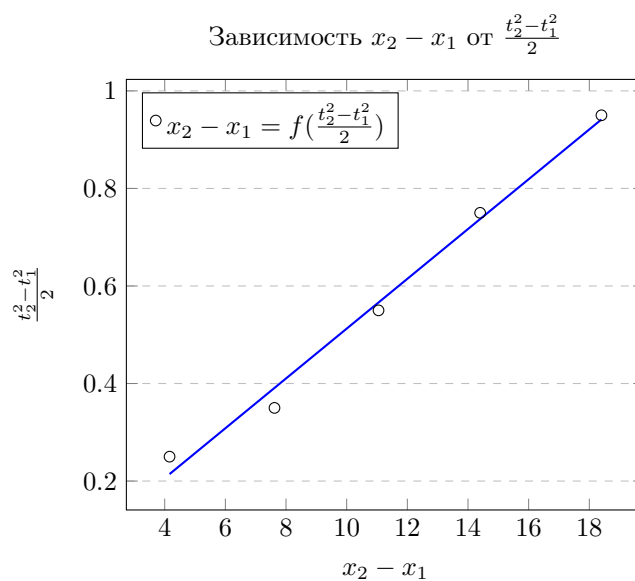
№	Измерено				Посчитано	
	x_1 , м	x_2 , м	t_1 , с	t_2 , с	$x_2 - x_1$, м	$\frac{t_2^2 - t_1^2}{2}$, с ²
1	0.15	0.4			0.25	
2	0.15	0.5			0.35	
3	0.15	0.7			0.55	
4	0.15	0.9			0.75	
5	0.15	1.1			0.95	

Таблица 3: Прохождение тележки через ворота при изменении расстояния между воротами

	h , мм	h' , мм	№	t_1 , с	t_2 , с
1			1		
			2		
			3		
			4		
			5		
2			1		
			2		
			3		
			4		
			5		
3			1		
			2		
			3		
			4		
			5		
4			1		
			2		
			3		
			4		
			5		
5			1		
			2		
			3		
			4		
			5		

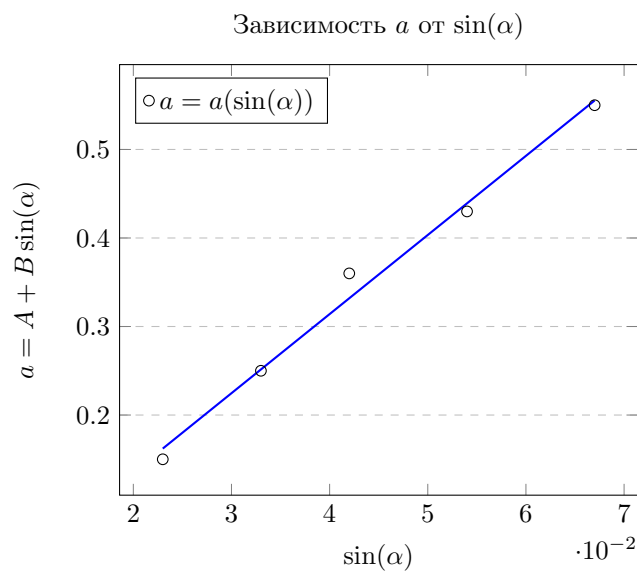
Таблица 4: Прохождение тележки через ворота при изменении угла наклона плоскости

8 Расчет результатов косвенных измерений и их погрешностей



	$\sin(\alpha)$	$\bar{t}_1 \pm \Delta t_1, \text{ c}$	$\bar{t}_2 \pm \Delta t_2, \text{ c}$	$\bar{a} \pm \Delta a, \text{ м/с}^2$
1	0.023	1.06 ± 0.05	3.76 ± 0.05	0.15 ± 0.00
2	0.033	0.80 ± 0.00	2.88 ± 0.04	0.25 ± 0.01
3	0.042	0.70 ± 0.00	2.40 ± 0.00	0.36 ± 0.00
4	0.054	0.60 ± 0.00	2.16 ± 0.05	0.44 ± 0.02
5	0.067	0.58 ± 0.04	1.92 ± 0.04	0.57 ± 0.03

Таблица 5: Косвенные расчеты ускорения



$$\begin{aligned}
B \equiv g &= \frac{\sum_{i=1}^N a_i \sin \alpha_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i}{\sum_{i=1}^N \sin^2 \alpha_i - \frac{1}{N} (\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i)^2} = 9.41 \text{ м/с}^2; \\
A &= \frac{1}{N} (\sum_{i=1}^N a_i - B \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i) = -0.05 \text{ м/с}^2; \\
\sigma_g &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{D(N-2)}} = 0.44 \text{ м/с}^2, \quad D = \sum_{i=1}^N \sin^2 \alpha_i - \frac{1}{N} (\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i)^2; \\
\Delta g &= 2\sigma_g = 0.89 \text{ м/с}^2; \\
\epsilon_g &= \frac{\Delta g}{g} \cdot 100\% = 9\%
\end{aligned}$$

9 Выводы и анализ результатов работы

Выполнив данную лабораторную работу, я экспериментально доказал, что тележка движется по наклонной плоскости равноускоренно. Используя полученные в результате измерений данные, мне удалось вычислить ускорение свободного падения на земле, оно, конечно, не совпало с теоретическим ожиданием, однако я думаю, что это произошло из-за различных погрешностей: недостатка моей ловкости местами, погрешностью измерительных приборов.

10 Замечания преподавателя