

Группа Р3117

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Студент Васильченко Роман;

Отчет принят \_\_\_\_\_

Морилов Иван

К работе допущен \_\_\_\_\_

Преподаватель Рудель А. Е.

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №2

Изучение скольжения тележки по  
наклонной плоскости

### 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.

- 1) Понять является ли движение тележки равноускоренным.
- 2) Если движение тележки является равноускоренным, вычислить ускорение со всеми погрешностями.
- 3) Построить график, где в роле углового коэффициента выступает ускорение ( $Y=aZ$ ).
- 4) Понять поведение ускорения при изменении угла наклона плоскости.
- 5) Сформулировать и записать в отчет вывод о достоверности результатов измерений

### 3. Объект исследования.

Тележка на направляющем рельсе.

### 4. Метод экспериментального исследования.

Лабораторный метод исследования, будут использоваться измерительные приборы.

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$v_x \left( t \right) = v_{0x} + a_x t$$

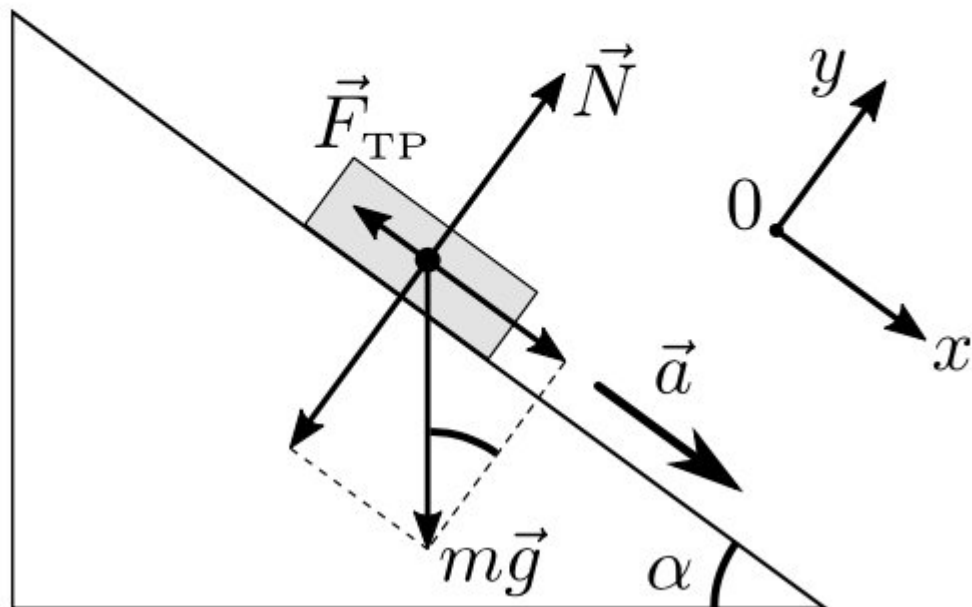
$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

$$x_2 - x_1 = \frac{a}{2} \left( t_2^2 - t_1^2 \right) .$$

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{Tp}}$$

$$\begin{cases} 0y : 0 = N - mg \cos \alpha \\ 0x : ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \end{cases}$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$



$$a = g \left( \sin \alpha - \mu \right) .$$

$$Y = x_2 - x_1 \quad Z = \frac{t_2^2 - t_1^2}{2}$$

$$a = \frac{\sum\limits_{i=1}^N Z_i Y_i}{\sum\limits_{i=1}^N Z_i^2}; \quad \sigma_a = \sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^N (Y_i - a Z_i)^2}{(N - 1) \sum\limits_{i=1}^N Z_i^2}},$$

$$\Delta_a = 2\sigma_a, \qquad \varepsilon_a = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100\%.$$

$$\sin \alpha = \frac{(h_0-h)-(h'_0-h')}{x'-x}$$

$$\langle a \rangle = \frac{2\left(x_2-x_1\right)}{\left\langle t_2\right\rangle ^2-\left\langle t_1\right\rangle ^2}$$

$$\Delta a = \langle a \rangle \cdot \sqrt{\frac{(\Delta x_{\rm n2})^2 + (\Delta x_{\rm n1})^2}{(x_2-x_1)^2} + 4 \cdot \frac{(\langle t_1 \rangle \Delta t_1)^2 + (\langle t_2 \rangle \Delta t_2)^2}{\left(\langle t_2 \rangle^2 - \langle t_1 \rangle^2\right)^2}} \quad (13)$$

$$B \equiv g = \frac{\sum\limits_{i=1}^N a_i \sin \alpha_i - \frac{1}{N} \sum\limits_{i=1}^N a_i \sum\limits_{i=1}^N \sin \alpha_i}{\sum\limits_{i=1}^N \sin \alpha_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum\limits_{i=1}^N \sin \alpha_i\right)^2};$$

$$A = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N a_i - B \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right).$$

$$\sigma_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{D(N-2)}}.$$

$$d_i = a_i - (A + B \sin \alpha_i),$$

$$D = \sum_{i=1}^N \sin^2 \alpha_i - \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right)^2.$$

$$\Delta g = 2\sigma_g, \quad \varepsilon_g = \frac{\Delta g}{g} \cdot 100\%.$$

## 6. Измерительные приборы.

Таблица 1: Измерительные приборы

Наименование	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	$\Delta$
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

7. **Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).**

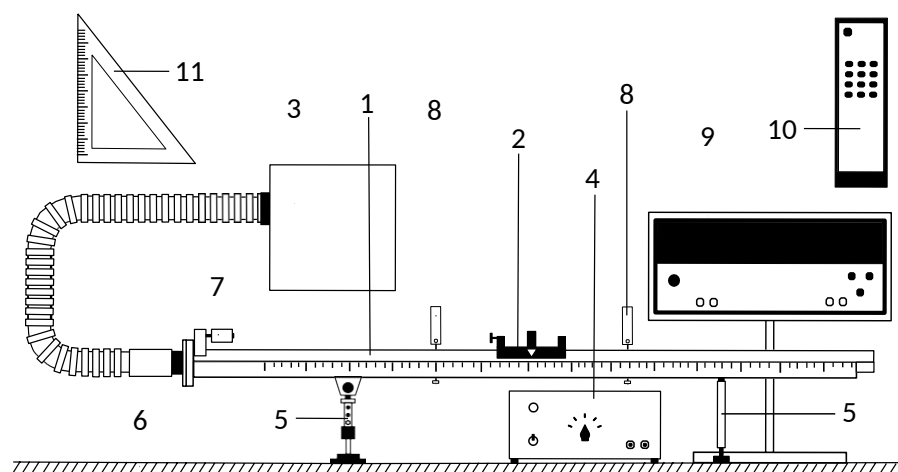


РИС. 2. Общий вид экспериментальной установки

1. Рельс с сантиметровой шкалой на лицевой стороне
2. Тележка
3. Воздушный насос
4. Источник питания насоса ВС 4-12
5. Опоры рельса
6. Опорная плоскость (поверхность стола)
7. Фиксирующий электромагнит
8. Оптические ворота
9. Цифровой измерительный прибор ПКЦ-3
10. Пульт дистанционного управления прибором ПКЦ-3
11. Линейка – угольник

8. **Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).**

Таблица 2

х, м	х', м	h0, м	h'0, м
0.22	1.00	0.206	0.206

Таблица 3	Задание №1				Y	Z	Расчеты при N = 5		
№	Измеренные величины				Расчитанные величины		Y = aZ		
	x1, м	x2, м	t1, с	t2, с	x2 - x1, м	$\frac{t_{(2)}^2 - t_{(1)}^2}{2}, c^2$	a =	0.12716	
1	0.15	0.40	1.2	2.3	0.25	1.925	0a =	0.00186	
2	0.15	0.50	1.2	2.6	0.35	2.660	Δa =	0.00373	
3	0.15	0.70	1.2	3.2	0.55	4.400	εa =	2.93248	
4	0.15	0.90	1.2	3.7	0.75	6.125			
5	0.15	1.10	1.2	4.0	0.95	7.280			

Таблица 4	Задание №2				
НПЛ	h, м	h', м	№	t1, с	t2, с
1			1	1.3	4.1
			2	1.3	4.1
	0.216	0.207	3	1.3	4.1
			4	1.2	4.0
			5	1.2	4.0
2			1	0.9	2.9
			2	0.9	3.0
	0.226	0.208	3	0.9	2.9
			4	0.9	3.0
			5	1.0	3.0
3			1	0.8	2.5
			2	0.7	2.4
	0.236	0.209	3	0.7	2.4
			4	0.7	2.5
			5	0.7	2.4
4			1	0.7	2.2
			2	0.7	2.2
	0.244	0.209	3	0.6	2.1
			4	0.6	2.1
			5	0.6	2.1
5			1	0.6	2.0
			2	0.6	2.0
	0.252	0.210	3	0.6	1.9
			4	0.6	1.9
			5	0.6	1.9
НПЛ - количество пластин					
h - высота о координате x = 0,22 м					
h' - высота на координате x' = 1,00 м					

h, м	h', м	№	(t1), с	(t2), с		sin(a)	(a)	Δa
0.216	0.207	1	1.26	4.06		0.012	0.105	0.001
0.226	0.208	2	0.92	2.96		0.023	0.197	0.002
0.236	0.209	3	0.72	2.44		0.035	0.287	0.004
0.244	0.209	4	0.64	2.14		0.045	0.374	0.005
0.252	0.210	5	0.60	1.94		0.054	0.458	0.007

Таблица 5

№пл	sin()	$\langle t1 \rangle \pm \Delta t1, \text{с}$	$\langle t2 \rangle \pm \Delta t2, \text{с}$	$\langle a \rangle \pm \Delta a, \text{м/с}^2$
1	0.012	$1.26 \pm 0.01$	$4.06 \pm 0.01$	$0.105 \pm 0.001$
2	0.023	$0.92 \pm 0.01$	$2.96 \pm 0.01$	$0.197 \pm 0.002$
3	0.035	$0.72 \pm 0.01$	$2.44 \pm 0.01$	$0.287 \pm 0.004$
4	0.045	$0.64 \pm 0.01$	$2.14 \pm 0.01$	$0.374 \pm 0.005$
5	0.054	$0.60 \pm 0.01$	$1.94 \pm 0.01$	$0.458 \pm 0.007$

№пл - количество пластин

$B = g =$	9.6717
$A =$	-0.04565
$D =$	0.00114
$\sigma_g =$	0.89738
$\Delta g =$	0.66154
$\xi_g =$	6.84%

## 9. Окончательные результаты.

- 1) Графики зависимостей:  $Y=Y(Z)$  (Задание 1);
- 2)  $a = a(\sin a)$  (Задание 2)
- 3)  $g = 9,67 \pm 0,66 \text{ м/с}^2$
- 3)  $g_{\text{откл}} = 0,14 \text{ м/с}^2$



10. **Выводы и анализ результатов работы.**

На основе первого задания мы можем утверждать, что движение тележки было равноускоренным основываясь на маленьких отклонениях от функции  $Y(Z) = aZ$ . Во втором задании экспериментальным путем было выведено значение ускорение свободного падения 9.67, которое отличается от значения в Санкт-Петербурге на  $0.14 \text{ М/с}^2$  из-за погрешности измерительных приборов и личных погрешностей. При увеличении угла наклона ускорение тележки увеличивается прямо пропорционально.

11. **Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).**

Мы тупые, но третью лабораторную работу мы обещаем сделать нормально «честно»