

Группа: М3110_____ К работе допущен: _____

Студент: Косовец Роман Евгеньевич_____ Работа выполнена: _____

Преподаватель: Прохорова Ульяна_____ Отчет принят: _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.02

Изучение скольжения тележки по наклонной плоскости

1. Цель работы:

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

2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

- 1) Измерение времени движения тележки по рельсу с фиксированным углом наклона;
- 2) Измерение времени движения тележки по рельсу при разных углах наклона рельса к горизонту;
- 3) Исследование движения тележки при фиксированном угле наклона рельса;
- 4) Проверка равноускоренности движения тележки
- 5) Исследование зависимости ускорения тележки от угла наклона рельса к горизонту;
- 6) Определение ускорения свободного падения;

3. Объект исследования — нормальное распределения случайных величин (результат измерения заданного промежутка времени)

4. Метод экспериментального исследования — лабораторный эксперимент

5. Рабочие формулы и исходные данные

$$a = g (\sin \alpha - \mu) . \quad a = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i Y_i}{\sum_{i=1}^N Z_i^2}; \quad \sigma_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - a Z_i)^2}{(N-1) \sum_{i=1}^N Z_i^2}}, \quad \Delta_a = 2\sigma_a, \quad \varepsilon_a = \frac{\Delta_a}{a} \cdot 100\%. \quad \sin \alpha = \frac{(h_0 - h) - (h'_0 - h')}{x' - x}$$

$$\langle a \rangle = \frac{2(x_2 - x_1)}{\langle t_2 \rangle^2 - \langle t_1 \rangle^2} \quad \Delta a = \langle a \rangle \cdot \sqrt{\frac{(\Delta x_{n2})^2 + (\Delta x_{n1})^2}{(x_2 - x_1)^2} + 4 \cdot \frac{(\langle t_1 \rangle \Delta t_1)^2 + (\langle t_2 \rangle \Delta t_2)^2}{(\langle t_2 \rangle^2 - \langle t_1 \rangle^2)^2}} \quad d_i = a_i - (A + B \sin \alpha_i),$$

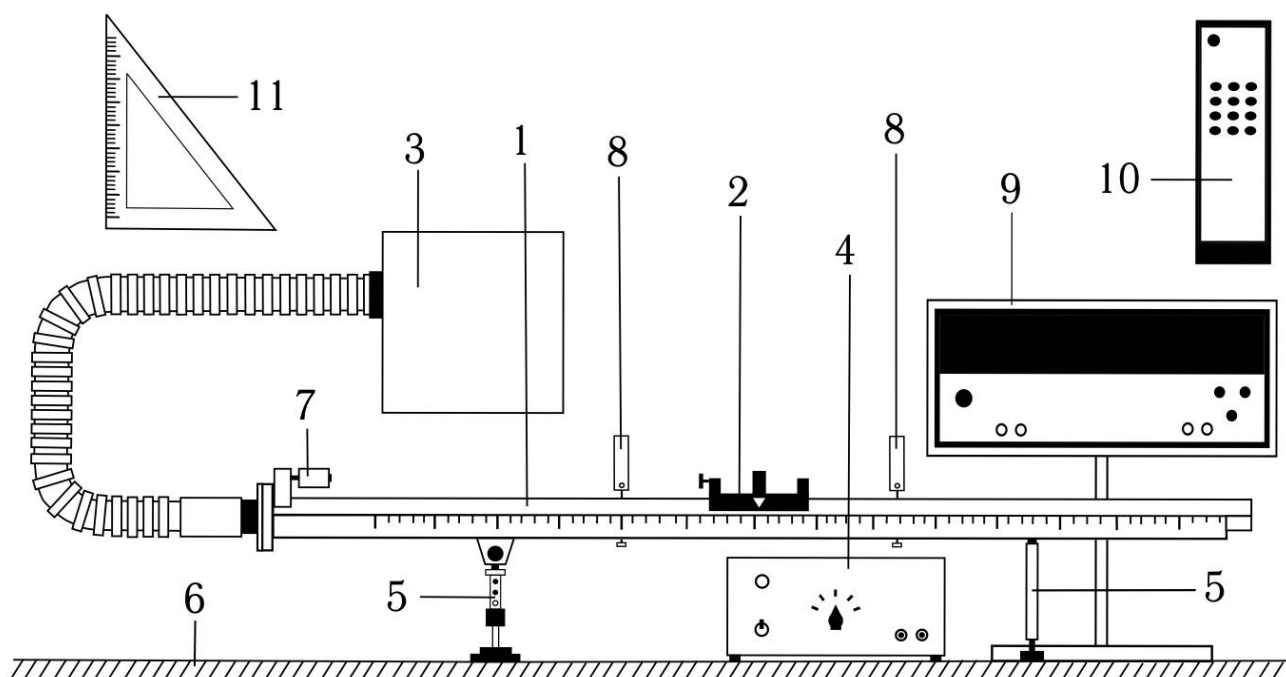
$$B \equiv g = \frac{\sum_{i=1}^N a_i \sin \alpha_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i}{\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right)^2}; \quad A = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N a_i - B \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right), \quad \sigma_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{D(N-2)}}, \quad D = \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right)^2.$$

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

6. Измерительные приборы:

№ n/n	Наименование	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	$\Delta_{\text{и}}$
1	Линейка на рельсе	1,3 м	1 см/дел	—	5 мм
2	Линейка на угольнике	250 мм	1 мм/дел	—	0,5 мм
3	ПКЦ-3 в режиме секундомера	100 с	0,1 с	—	0,1 с

7. Схема 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 №3

№ n/n	Измеренные величины				Рассчитанные величины	
	$x_1, \text{м}$	$x_2, \text{м}$	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$x_2 - x_1, \text{м}$	$\frac{t_2^2 - t_1^2}{2}, \text{с}^2$
1	0,15	0,40	1,5	2,8	0,25	2,795
2	0,15	0,5	1,5	3,2	0,35	3,905
3	0,15	0,7	1,5	3,7	0,55	5,720
4	0,15	0,9	1,4	4,1	0,75	7,425
5	0,15	1,1	1,4	4,6	0,95	9,6

Таблица №4

$N_{\text{пл}}$	$h, \text{мм}$	$h', \text{мм}$	№	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$
1	186	194	1	1,5	4,7
			2	1,4	4,7
			3	1,5	4,7
			4	1,4	4,7
			5	1,5	4,7
3	176	193	1	1,0	3,2
			2	1,0	3,2
			3	1,0	3,2
			4	1,0	3,2
			5	1,0	3,2
3	168	192	1	0,8	2,6
			2	0,8	2,6
			3	0,8	2,6
			4	0,8	2,6

			5	0,8	2,7
4	159	192	1	0,7	2,2
			2	0,7	2,2
			3	0,7	2,3
			4	0,7	2,2
			5	0,7	2,3
5	149	192	1	0,6	2,0
			2	0,6	2,0
			3	0,6	2,0
			4	0,6	2,0
			5	0,6	2,0

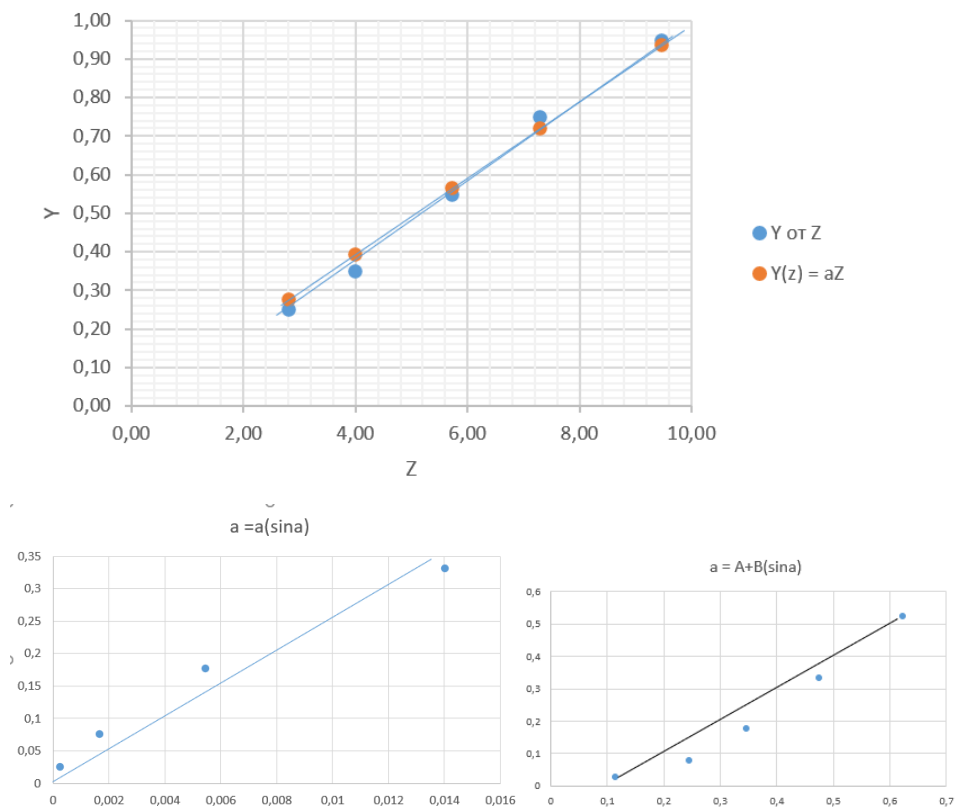
9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов):.

$$\Delta t = 0,27$$

Таблица №5

$N_{\text{пл}}$	$\sin \alpha$	$\langle t_1 \rangle \pm \Delta t_1, c$	$\langle t_2 \rangle \pm \Delta t_2, c$	$\langle a \rangle \pm \Delta a, \text{м}/c^2$
1	0,0128	$1,46 \pm 0,27$	$4,7 \pm 0,27$	$0,025 \pm 0,007$
2	0,0243	$1 \pm 0,27$	$3,2 \pm 0,27$	$0,076 \pm 0,016$
3	0,0333	$0,8 \pm 0,27$	$2,62 \pm 0,27$	$0,177 \pm 0,032$
4	0,0448	$0,7 \pm 0,27$	$2,24 \pm 0,27$	$0,331 \pm 0,057$
5	0,0576	$0,6 \pm 0,27$	$2 \pm 0,27$	$0,522 \pm 0,085$

10. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2):



11. Окончательные результаты:

- 1) Доверительный интервала для ускорения, полученный в первом задании, с относительной погрешностью:

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100\% = 4,587\%$$

- 2) Значение ускорения свободного падения с абсолютной и относительной погрешностями:

$$B \equiv g = \frac{\sum_{i=1}^N a_i \sin \alpha_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i \sum_{i=1}^N \sin \alpha_i}{\sum_{i=1}^N \sin^2 \alpha_i - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \sin \alpha_i \right)^2} = 11,392 \text{ М/с}^2$$

$$\Delta g = 2\sigma_g = 2,515$$

$$\varepsilon_g = \frac{\Delta g}{g} \cdot 100\% = 22,078\%$$

- 3) Абсолютное и относительное отклонение измеренного ускорения свободного падения от его табличного значения:

$$\sigma_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{D(N-2)}} = 2,119$$

$$g = g_{\text{эсп}} - g_{\text{табл}} = 11,392 - 9,81908 = 1,573$$

12. Выводы и анализ результатов работы:

В процессе выполнения лабораторной работы были построены графики с линейной зависимостью. Кроме этого, было получено экспериментальное значение ускорения свободного падения, которое отличается лишь на 1,573 от табличного, и это доказывает, что движение тележки по наклонной плоскости можно считать равноускоренным.

13. Дополнительные задания.

14. Выполнение дополнительных заданий.

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

Примечание:

1. Пункты 1-13 Протокола-отчета обязательны для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. Для построения графиков используют только миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.