

Учреждение образования Республики Беларусь
Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого

Кафедра "Физика и электротехника"

ОТЧЁТ

по лабораторной работе № 1-2

"Изучение законов свободного падения"

Выполнил студент гр. ПЭ-11

Петров А. А.

Проверил преподаватель

Сидоров П. П.

Гомель 2021

Лабораторная работа №1-2

Цель работы:

1. Изучить основные законы равнопеременного движения.
2. Измерить величину ускорения свободного падения тел.

Приборы и принадлежности: штатив с передвижными платформами, несущими электромагнит и прерыватель; электрический секундомер; метровая линейка; постоянный магнит и стальные шарики.

Практическая часть.

1. Схема установки.

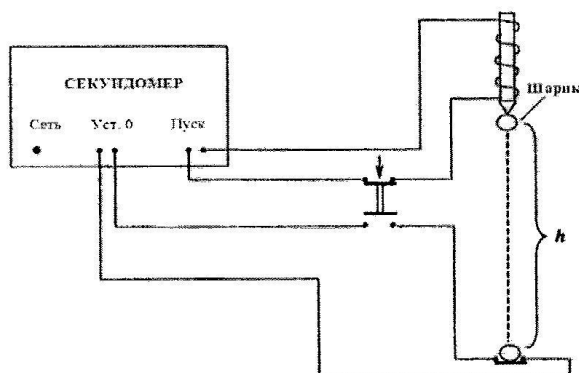


Рисунок 1. Установка определения свободного падения.

2. Расчётные формулы.

$$v = v_0 + at; \quad s = v_0 t + \frac{at^2}{2}; \quad h = \frac{gt^2}{2}; \quad g = \frac{2h}{t^2}$$

3. Вносим результаты измерений первого опыта в таблицу. Вычисляем средние значения $\langle g_1 \rangle$, $\langle h_1 \rangle$ и $\langle t_1 \rangle$.

$$\langle g_1 \rangle = \frac{(9,95 + 9,15 + 9,23) \text{ м/с}^2}{3} = 9,44 \text{ м/с}^2$$

$$\langle h_1 \rangle = \frac{(1,95 + 1,190 + 1,200) \text{ м}}{3} = 1,195 \text{ м}$$

$$\langle t_1 \rangle = \frac{(0,49 + 0,51 + 0,51) \text{ с}}{3} = 0,503 \text{ с}$$

Таблица 1

N	t, с	h, м	g, м/с ²
1	0,49	1,195	9,95
2	0,51	1,190	9,15
3	0,51	1,200	9,23
среднее	0,503	1,195	9,44

4. Вносим результаты измерений второго опыта в таблицу. Вычисляем средние значения $\langle g_2 \rangle$, $\langle h_2 \rangle$ и $\langle t_2 \rangle$.

$$\langle g_2 \rangle = \frac{(8.97 + 9.25 + 9.0) \text{ м/с}^2}{3} = 9.1 \text{ м/с}^2$$

$$\langle h_2 \rangle = \frac{(0.55 + 0.60 + 0.65) \text{ м}}{3} = 0.60 \text{ м}$$

$$\langle t_2 \rangle = \frac{(0.35 + 0.37 + 0.38) \text{ с}}{3} = 0.36 \text{ с}$$

Таблица 2

N	t, с	h, м	g, м/с ²
1	0,35	0,55	8,97
2	0,37	0,60	9,25
3	0,38	0,65	9,0
среднее	0,36	0,60	9,1

5. Вносим результаты измерений третьего опыта в таблицу. Вычисляем средние значения $\langle g_3 \rangle$, $\langle h_3 \rangle$ и $\langle t_3 \rangle$.

$$\langle g_3 \rangle = \frac{(7.56 + 8.04 + 7.95) \text{ м/с}^2}{3} = 7.85 \text{ м/с}^2$$

$$\langle h_3 \rangle = \frac{(0.80 + 0.71 + 0.77) \text{ м}}{3} = 0.76 \text{ м}$$

$$\langle t_3 \rangle = \frac{(0.46 + 0.42 + 0.44) \text{ с}}{3} = 0.44 \text{ с}$$

Таблица 3

N	t, с	h, м	g, м/с ²
1	0,46	0,80	7,56
2	0,42	0,71	8,04
3	0,44	0,77	7,95
среднее	0,44	0,76	7,85

Масса стального шарика $m = 17 \text{ г} = 0,0170 \text{ кг}$

6. Производим оценку погрешности прямых измерений для величин h , t и оценку косвенных измерений для величины g для первого опыта при заданной надежности $\alpha=95\%$ по формулам:

$$\sigma(t) = \sqrt{\frac{(0,503\text{с} - 0,49\text{с})^2 + (0,503\text{с} - 0,51\text{с})^2 + (0,503\text{с} - 0,51\text{с})^2}{3(3 - 1)}} = 0,006\text{с}$$

$$\sigma(h) = \sqrt{\frac{(1,195\text{M} - 1,195\text{M})^2 + (1,195\text{M} - 1,190\text{M})^2 + (1,195\text{M} - 1,200\text{M})^2}{3(3-1)}} = 0,002\text{M}$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{\sum (t_i - \bar{t})^2}{n(n-1)} t^2(\alpha, n) + \left(\frac{C_{\min}}{2}\right)^2 \frac{t^2(\alpha, \infty)}{3^2}}$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{(0,49 - 0,503)^2 + (0,51 - 0,503)^2 + (0,51 - 0,503)^2}{3(3-1)} * 4,3^2 + \left(\frac{0,01}{2}\right)^2 * \frac{1,96^2}{3^2}} = 0,028c$$

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\sum (h_i - \bar{h})^2}{n(n-1)} t^2(\alpha, n) + \left(\frac{C_{\min}}{2}\right)^2 \frac{t^2(\alpha, \infty)}{3^2}}$$

$$\Delta h = \sqrt{\frac{(1,195 - 1,195)^2 + (1,19 - 1,195)^2 + (1,2 - 1,195)^2}{3(3-1)} * 4,3^2 + \left(\frac{0,001}{2}\right)^2 * \frac{1,96^2}{3^2}} = 0,012\text{M}$$

$$t = \langle t \rangle \pm \Delta t = (0,503 \pm 0,028) = 0,53c$$

$$\varepsilon t = \frac{\Delta t}{\langle t \rangle} = \frac{0,028}{0,503} * 100\% = 5\%$$

$$h = \langle h \rangle \pm \Delta h = (1,195 \pm 0,012) = 1,2\text{M}$$

$$\varepsilon h = \frac{\Delta h}{\langle h \rangle} = \frac{0,012}{1,195} * 100\% = 1\%$$

$$\Delta g = \sqrt{\left\{\frac{\partial g}{\partial h}\right\}^2 (\Delta h)^2 + \left\{\frac{\partial g}{\partial t}\right\}^2 (\Delta t)^2}$$

$$\Delta g = \sqrt{\left(\frac{2}{t^2}\right)^2 * (\Delta h)^2 + \left(-\frac{2h}{t^3}\right)^2 * (\Delta t)^2}$$

$$\Delta g = \sqrt{\left(\frac{2}{0,503^2}\right)^2 * 0,012^2 + \left(-\frac{2 * 1,195}{0,503^3}\right)^2 * 0,028^2} = 0,15 \frac{\text{M}}{c^2}$$

$$\varepsilon 1 = \frac{\Delta g}{\langle g \rangle} = \frac{0,48 \frac{\text{M}}{c^2}}{9,44 \frac{\text{M}}{c^2}} = 0,051\%$$

$$\langle g \rangle = \frac{\langle g1 \rangle + \langle g2 \rangle + \langle g3 \rangle}{3} = \frac{9,44 + 9,1 + 7,85}{3} = 8,8 \frac{\text{M}}{c^2}$$

5. Результат измерения ускорения свободного падения.

$$g_1 = (9,44 \pm 1,08) \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\varepsilon = 11\%$$

$$(\lambda = 0,95)$$

6. Вычисляем потенциальную энергию шарика в верхней точке.

$$E_p = mgh = 0,017 \text{ кг} * 9,44 \text{ м/с}^2 * 1,195 \text{ м} = 0,191 \text{ Дж}$$

7. Вычисляем кинетическую энергию шарика в нижней точке.

$$v = gt = 9,44 \text{ м/с}^2 * 0,503 \text{ с} = 4,748 \text{ м/с}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,017 \text{ кг} * (4,748 \text{ м/с})^2}{2} = 0,191 \text{ Дж}$$

$$g = \langle g \rangle \pm \Delta g = (8,8 \pm 0,15) = 8,95 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Вывод: изучил основные законы равноускоренного движения, вычислил ускорение свободного падения, проверил закон сохранения механической энергии.