



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА - Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

Филиал РТУ МИРЭА в г. Фрязино
Кафедра общенаучных дисциплин

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5
«Изучение основного закона динамики вращательного движения»
по дисциплине
«Физика»

Выполнил студент группы Ф??-??-??
(учебная группа)

Аноним А.А.

Принял

Кандидат физико-математических наук

Белихов А.Б.

Лабораторные работы выполнены «??» ?? 20??г.

(подпись студента)

«Зачтено»
«??» ?? 20??г.

(подпись руководителя)

Фрязино 20??

Цель: научиться доказывать основной закон динамики вращательного движения экспериментально

Оборудование: маятник Обербека, грузы, секундомер. Линейка с погрешностью 0.5мм

Ход работы:

Первый опыт: $l_1=16,5\text{ см}$ $h = 78,8\text{ см}$			Второй опыт: $l_2=11,5\text{ см}$ $h = 78,8\text{ см}$	
№	$P_1=219,7\text{ г}$	$P_2=159\text{ г}$	$P_1=219,7\text{ г}$	$P_2=159\text{ г}$
	$t_1(\text{сек})$	$t_2(\text{сек})$	$t_1(\text{сек})$	$t_2(\text{сек})$
1	8,85	10,99	6,85	8,32
2	8,6	10,98	6,88	8,23
3	8,71	10,36	6,97	8,20
4	8,67	10,88	6,87	8,24
5	8,43	10,86	6,85	8,15
	$t_{1cp}=8,7$	$t_{2cp}=10,8$	$t_{1cp}=6,9$	$t_{2cp}=8,2$

Первый опыт:

Для определения Δn найдем относительную погрешность:

$$E = \frac{\Delta n}{n_{cp}}$$

Находим:

$$E = \frac{2\Delta t_1}{t_{1cp}} + \frac{2\Delta t_2}{t_{2cp}}$$

Где Δt_1 и Δt_2 – погрешности секундомера.

$$E = \frac{2*0.5}{8,7} + \frac{2*0.5}{10,8} \approx 0.12$$

Находим n :

$$n = \frac{(t_2)^2}{(t_1)^2} = \frac{10,8^2}{8,7^2} \approx 1,54$$

Находим n_1 :

$$n_1 = \frac{m_1 * \left(g - \frac{2h}{t_1^2} \right)}{m_2 * \left(g - \frac{2h}{t_2^2} \right)} = \frac{0,2197 * \left(9,81 - \frac{2 * 0,788}{8,7^2} \right)}{0,159 * \left(9,81 - \frac{2 * 0,788}{10,8^2} \right)} \approx 1,38$$

Рассчитав E , получим:

$$\Delta n = E n = 0,12 * 1,54 = 0,1848$$

Определяем Δn_1 , вычислив сначала относительную погрешность:

$$E_1 = \frac{\Delta n_1}{n_1}$$

$$E_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{\Delta g + \frac{t_1^2 * \Delta h + 4 h t_1 \Delta t_1}{t_1^4}}{g + \frac{2h}{t_1^2}} + \frac{\Delta g + \frac{t_2^2 * \Delta h + 4 h t_2 \Delta t_2}{t_2^4}}{g + \frac{2h}{t_2^2}}$$

Величины $\frac{2h}{t_1^2}$ и $\frac{2h}{t_2^2}$ значительно меньше g , поэтому ими можно пренебречь

Тогда будем иметь:

$$E_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{2 \Delta g}{g} + \frac{\Delta h}{g t_1^2} + \frac{4 h \Delta t_1}{g t_1^3} + \frac{\Delta h}{g t_2^2} + \frac{4 h \Delta t_2}{g t_2^3}$$

Численные значения слагаемых $\frac{\Delta h}{g t_1^2}$ и $\frac{\Delta h}{g t_2^2}$ составляют сотые доли от суммарного результата остальных слагаемых. Пренебрегая, ими получим:

$$E_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{2 \Delta g}{g} + \frac{4 h \Delta t_1}{g t_1^3} + \frac{4 h \Delta t_2}{g t_2^3}$$

$$E_1 = \frac{0,00005}{150} + \frac{0,00005}{219,7} + 0,00006 + \frac{4 * 0,788 * 0,05}{9,81 * 8,7^3} + \frac{4 * 0,788 * 0,05}{9,81 * 10,8^3}$$

$$E_1 \approx 0,004$$

Зная E_1 , находим:

$$\Delta n_1 = E_1 n_1 = 0,004 * 1,38 \approx 0,0552$$

Результат опыта удовлетворителен, если разность $|n_1 - n|$ по абсолютной величине меньше суммы абсолютных погрешностей $\Delta n_1 + \Delta n$, то есть если:

$$|n_1 - n| < \Delta n_1 + \Delta n$$

$$0,16 < 0,19$$

Результат удовлетворительный

Второй опыт:

Для определения Δn найдем относительную погрешность:

$$E = \frac{\Delta n}{n_{cp}}$$

Находим:

$$E = \frac{2\Delta t_1}{t_{1cp}} + \frac{2\Delta t_2}{t_{2cp}}$$

Где Δt_1 и Δt_2 – погрешности секундомера

$$E = \frac{2*0,5}{6,9} + \frac{2*0,5}{8,2} \approx 0,27$$

Находим n :

$$n = \frac{(t_2)^2}{(t_1)^2} = \frac{8,2^2}{6,9^2} \approx 1,41$$

Находим n_1 :

$$n_1 = \frac{m_1 * \left(g - \frac{2h}{t_1^2} \right)}{m_2 * \left(g - \frac{2h}{t_2^2} \right)} = \frac{0,2197 * \left(9,81 - \frac{2*0,788}{6,9^2} \right)}{0,159 * \left(9,81 - \frac{2*0,788}{8,2^2} \right)} \approx 1,44$$

Рассчитав E , получим:

$$\Delta n = E n = 0,27 * 1,41 = 0,3807$$

Определяем Δn_1 , вычислив сначала относительную погрешность:

$$E_1 = \frac{\Delta n_1}{n_1}$$

$$E_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{\Delta g + \frac{t_1^2 * \Delta h + 4 h t_1 \Delta t_1}{t_1^4}}{g + \frac{2h}{t_1^2}} + \frac{\Delta g + \frac{t_2^2 * \Delta h + 4 h t_2 \Delta t_2}{t_2^4}}{g + \frac{2h}{t_2^2}}$$

Величины $\frac{2h}{t_1^2}$ и $\frac{2h}{t_2^2}$ значительно меньше g , поэтому ими можно пренебречь

Тогда будем иметь:

$$E_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{2\Delta g}{g} + \frac{\Delta h}{g t_1^2} + \frac{4h\Delta t_1}{g t_1^3} + \frac{\Delta h}{g t_2^2} + \frac{4h\Delta t_2}{g t_2^3}$$

Численные значения слагаемых $\frac{\Delta h}{g t_1^2}$ и $\frac{\Delta h}{g t_2^2}$ составляют сотые доли от суммарного результата остальных слагаемых. Пренебрегая, ими получим:

$$E_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta m_2}{m_2} + \frac{2\Delta g}{g} + \frac{4h\Delta t_1}{g t_1^3} + \frac{4h\Delta t_2}{g t_2^3}$$

$$E_1 = \frac{0,00005}{0,2197} + \frac{0,00005}{0,159} + 0,0006 + \frac{4 * 0,788 * 0,05}{9,81 * 6,9^3} + \frac{4 * 0,788 * 0,05}{9,81 * 8,2^3}$$

$$E_1 \approx 0,004$$

Зная E_1 , находим:

$$\Delta n_1 = E_1 n_1 = 0,004 * 1,44 \approx 0,00576$$

Результат опыта удовлетворителен, если разность $|n_1 - n|$ по абсолютной величине меньше суммы абсолютных погрешностей $\Delta n_1 + \Delta n$, то есть если:

$$|n_1 - n| < \Delta n_1 + \Delta n$$

$$0,03 < 0,39$$

Результат удовлетворительный

Если $|n_1 - n|$ первого опыта $|n_1 - n|$ второго опыта

Результат удовлетворительный

Вывод: так как оба опыта с разными грузами и высотой практически равны, можно считать, что определение основного закона динамики вращательного движения прошло успешно

Задача из задачника Чертова и Воробьева

Задача 3.2

Условие задачи:

Два маленьких шарика массой $m=10$ г каждый скреплены тонким невесомым стержнем длиной $l=20$ см. Определить момент инерции J системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через центр масс.

Дано:

$$l=0,2 \text{ м}$$

$$m=0,01 \text{ кг}$$

$$J=?$$

Решение:

$$J = J_1 + J_2 = \frac{ml^2}{4} + \frac{ml^2}{4} = \frac{ml^2}{2} = 2 * 10^{-4} \text{ кг} * \text{м}^2$$

Ответ: $2 * 10^{-4} \text{ кг} * \text{м}^2$