

Работа 1.4.4

Исследование свободных колебаний связанных маятников

Валеев Рауф Раушанович
группа 825

21 октября 2018 г.

Цель работы: Изучение колебательной системы с двумя степенями свободы.

В работе используются: установка с двумя одинаковыми математическими маятниками, би-филярно подвешенными на натянутую горизонтально струну, секундомер, измерительная линейка.

Ход работы:

1. Измеряем длину маятников $l = 43 \pm 0,1$ см, расстояние между двумя неподвижными точками (на рис.1 A и B) $b = 71 \pm 0,1$ см и точками подвеса маятников $a = 23,7 \pm 0,1$ см. Масса маятников $m_1 = 224,2$ г, $m_2 = 223,3$ г.

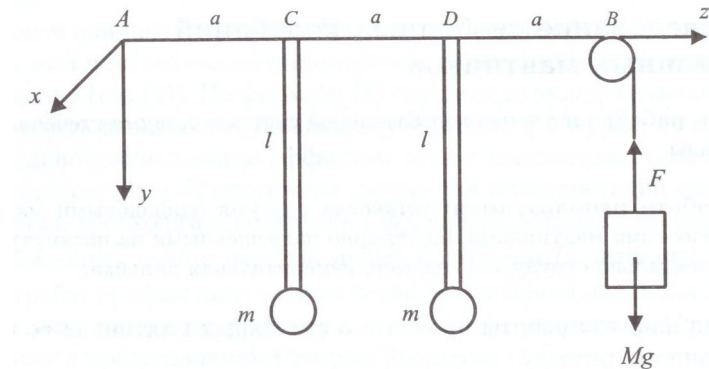


Рис. 1. Общий вид установки

2. Измеряем периоды нормальных колебаний (мод). Для этого измеряем T_1 - период колебаний в синофазе, то есть отклоняем маятники на угол $\approx 30^\circ$ в одну сторону и считаем с помощью секундомера период, проводя измерения по 10 периодам. Проводим аналогичные измерения для противофазы, отклоняя маятники в разные стороны, измеряя период T_2 . (табл. 1)
3. Измеряем периоды (T'_1 и T'_2) порционных колебаний маятников отцепив 1 из них, и измеряя период другого. (табл. 1)
4. Проводим измерения раскачивания одного маятника другим, для этого в эксперименте пункта 2 отклоняем лишь 1 маятник и измеряем период биений τ . (табл. 1)
5. Записываем все получившиеся данные и соответствующие ошибки в табл. 1.
6. Убеждаемся, что равенство (табл. 2)

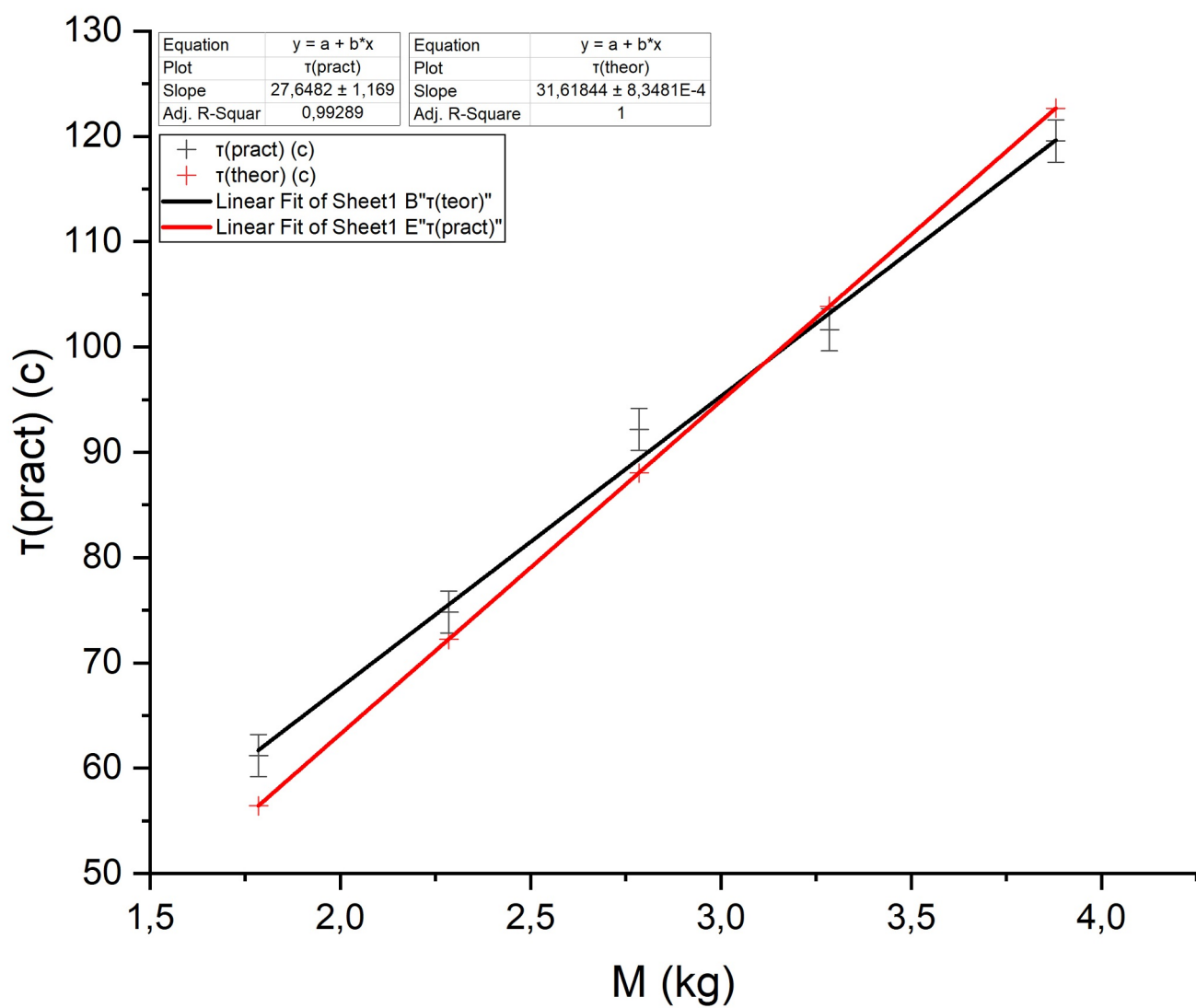
$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$$

7. Повторяем пункты 1 - 6 для других натяжений струны (табл. 1)
8. Строим график зависимости периода биения от натяжений.
9. Проводим сравнение полученных результатов с теоритическими расчетами по формуле

$$\tau \approx 6\pi \frac{Ml}{ma} \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\sigma_\tau = \tau \sqrt{\frac{3}{2} \left(\frac{\sigma_l}{l}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_a}{a}\right)^2}$$

10. Поскольку приведенная формула сходится в пределах 2 ошибок, то лабораторная работа выполнена весьма точно.



	Значение, с/кг	σ , с/кг
$slope_{\tau_{theor}}$, c	27,65	2,11
$slope_{\tau_{pract}}$, c	31,62	0

$M, \text{ кг}$	1,78				
	$T_1, \text{ с}$	$T_2, \text{ с}$	$T'_1, \text{ с}$	$T'_2, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$
1	1,396	1,356	1,37	1,37	61,5
2	1,386	1,365	1,37	1,37	63,4
3	1,41	1,34	1,36	1,36	58,71
среднее	1,397	1,354	1,37	1,37	61,2
$\sigma = \sqrt{\sigma_{rnd}^2 + \sigma_{stat}^2}, \sigma_{stat} \approx 1c$	0,1	0,1	0,1	0,1	1,49
$M, \text{ кг}$	2,29				
	$T_1, \text{ с}$	$T_2, \text{ с}$	$T'_1, \text{ с}$	$T'_2, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$
1	1,37	1,35	1,37	1,37	74,8
2	1,373	1,352	1,37	1,37	76,53
3	1,365	1,346	1,36	1,36	73,2
среднее	1,369	1,349	1,37	1,37	74,84
$\sigma = \sqrt{\sigma_{rnd}^2 + \sigma_{stat}^2}, \sigma_{stat} \approx 1c$	0,1	0,1	0,1	0,1	1,27
$M, \text{ кг}$	2,79				
	$T_1, \text{ с}$	$T_2, \text{ с}$	$T'_1, \text{ с}$	$T'_2, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$
1	1,336	1,339	1,37	1,37	92,21
2	1,34	1,363	1,37	1,37	92,42
3	1,345	1,362	1,36	1,36	91,91
среднее	1,34	1,355	1,37	1,37	92,18
$\sigma = \sqrt{\sigma_{rnd}^2 + \sigma_{stat}^2}, \sigma_{stat} \approx 1c$	0,1	0,1	0,1	0,1	1
$M, \text{ кг}$	3,29				
	$T_1, \text{ с}$	$T_2, \text{ с}$	$T'_1, \text{ с}$	$T'_2, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$
1	1,378	1,351	1,37	1,37	104,4
2	1,381	1,361	1,37	1,37	102,3
3	1,38	1,345	1,36	1,36	98,24
среднее	1,380	1,352	1,37	1,37	101,65
$\sigma = \sqrt{\sigma_{rnd}^2 + \sigma_{stat}^2}, \sigma_{stat} \approx 1c$	0,1	0,1	0,1	0,1	1,78
$M, \text{ кг}$	3,88				
	$T_1, \text{ с}$	$T_2, \text{ с}$	$T'_1, \text{ с}$	$T'_2, \text{ с}$	$\tau, \text{ с}$
1	1,366	1,338	1,37	1,37	120,7
2	1,376	1,339	1,37	1,37	121,81
3	1,368	1,346	1,36	1,36	116,12
среднее	1,37	1,341	1,37	1,37	119,54
$\sigma = \sqrt{\sigma_{rnd}^2 + \sigma_{stat}^2}, \sigma_{stat} \approx 1c$	0,1	0,1	0,1	0,1	1,74

Таблица 1: Значения различных периодов при различной массе

$M, \text{ кг}$	$\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \text{ 1/c}$	$\frac{1}{\tau} \text{ 1/c}$	$\Delta \text{ 1/c}$	ε
1,79	0,023	0,017	0,006	35,2
2,29	0,011	0,013	0,002	15,4
2,79	0,008	0,011	0,003	27,3
3,29	0,014	0,010	0,004	40
3,88	0,015	0,009	0,006	66,7

Таблица 2: Проверка зависимости