



Группа М3111 К работе допущен _____

Студент Акберов Р.Х. Работа выполнена _____

Преподаватель Прохорова У.В. Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 1.04

Исследование равноускоренного вращательного движения (маятник Обербека)

1. Цель работы.

- Проверка основного закона динамики вращения.
- Проверка зависимости момента инерции от положения масс относительно оси вращения.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Проведение измерений с различным количеством шайб и на разных рисках
- Вычисление соответствующих значений по приведенным формулам
- Построение графиков зависимости

3. Объект исследования.

- Маятник Обербека

4. Метод экспериментального исследования.

- Изучение виртуальной лабораторной установки
- Проведение измерений в ней – изменение массы тела и радиуса

5. Рабочие формулы и исходные данные.

- 1) Равноускоренное движение груза по второму закону Ньютона

$$ma = mg - T$$

- 2) Ускорение груза:

$$\varepsilon = \frac{2h}{t^2}$$

- 3) Угловое ускорение груза:

$$\varepsilon = \frac{2a}{d}$$

, где d – диаметр ступицы

- 4) Используя уравнение 1), выразим силу натяжения нити:

$$T = m(g - a)$$

- 5) Момент силы натяжения нити:

$$M = \frac{md}{2}(g - a)$$

- 6) Основной закон динамики вращения для крестовины с утяжелителями:

$$I_\varepsilon = M - M_{\text{тр}}$$

- 7) Момент инерции в соответствии с теоремой Штейнера

$$I = I_0 + 4m_{\text{ут}}R^2$$

- 8) Из формулы 6) следует, что теоретическая связь между моментом силы

$$M = M_{\text{TP}} + I_{\varepsilon}$$
$$R = l_1 + (n - 1)l_0 + \frac{1}{2}b$$

Измерительный прибор	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
Секундомер	Хронометр	--	0.5мс

A technical drawing of a mechanical device, likely a testing machine or a specialized pump. The device features a large circular component (1) with a central hub (2) and a horizontal shaft (3). A vertical rod (4) is connected to the hub. A diagonal rod (5) is attached to the top of the circular component. A vertical rod (6) is connected to the top of the device. A horizontal rod (7) is connected to the side of the circular component. A vertical rod (8) is connected to the bottom of the circular component. A horizontal rod (9) is connected to the side of the circular component. A vertical rod (10) is connected to the bottom of the device. A horizontal rod (11) is connected to the side of the circular component. The device is mounted on a base (12) with a horizontal rod (13) extending from the side.

1 – основание; 2 – рукоятка сцепления крестовины; 3 – устройство принудительного трения; 4 – поперечина; 5 – груз крестовины; 6 – трубчатая направляющая; 7 – передняя крестовина; 8 – задняя крестовина; 9 – шайбы каретки; 10 – каретка; 11 – система передних стоек.

Масса груза, г	Положение утяжелителей					
	0,057	0,082	0,107	0,132	0,157	0,182
М1	4.31	5.28	5.97	6.72	7.69	8.91
	4.19	5.43	5.88	6.81	7.71	8.59
	4.18	5.00	5.81	6.72	7.69	8.50
	4.23	5.24	5.89	6.75	7.70	8.67
М2	2.97	3.63	4.19	5.12	5.82	6.40
	3.03	3.69	4.62	4.97	5.75	6.28
	3.10	3.60	4.37	5.03	5.63	6.25
	3.03	3.64	4.39	5.02	5.74	6.31
М3	2.50	2.94	3.59	4.19	4.78	5.44
	2.56	3.13	3.94	4.07	4.79	5.28
	2.44	3.10	3.53	3.90	4.81	5.16
	2.50	3.06	3.69	4.05	4.79	5.29
М4	2.16	2.64	3.22	3.62	4.19	4.78
	2.19	2.59	3.13	3.56	4.06	4.71
	2.25	2.59	3.38	3.62	4.19	4.81
	2.22	2.61	3.24	3.60	4.15	4.77

Замеры

Расчет погрешностей для t_{cp}		Расчет погрешности для a	
$\sigma(t), c$	0,0418	$\Delta a, m/c^2$	0,0036
Козф. Стюдента	2,3	Расчет погрешности для ε	
$\Delta t, c$	0,0962	$\Delta \varepsilon, рад/c^2$	0,1613
Абсолютная погрешность, c	0,0964	Расчет погрешности для	
		$\Delta M, H^*m$	0,0007

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблиц, примеры расчетов)

	Ускорение груза, м / c ²					
Масса груза, кг	1	2	3	4	5	6
0,267	0,078	0,051	0,040	0,031	0,024	0,019
0,487	0,152	0,106	0,073	0,056	0,042	0,035
0,707	0,224	0,150	0,103	0,085	0,061	0,050
0,927	0,284	0,206	0,133	0,108	0,081	0,062
Средние:	0,185	0,128	0,087	0,070	0,052	0,041
	Угловое ускорение, рад/c ² (ε)					
Масса груза, кг	1	2	3	4	5	6
0,267	3,402	2,217	1,755	1,336	1,027	0,810
0,487	6,630	4,594	3,158	2,415	1,847	1,529
0,707	9,739	6,501	4,470	3,711	2,653	2,175
0,927	12,351	8,936	5,798	4,697	3,534	2,675
Средние:	8,030	5,562	3,795	3,040	2,265	1,797
	Момент силы натяжения нити, Н*м (M)					
Масса груза, кг	1	2	3	4	5	6
0,267	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
0,487	0,108	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109
0,707	0,156	0,157	0,158	0,158	0,159	0,159
0,927	0,203	0,205	0,206	0,207	0,207	0,208
Средние:	0,132	0,133	0,133	0,134	0,134	0,134

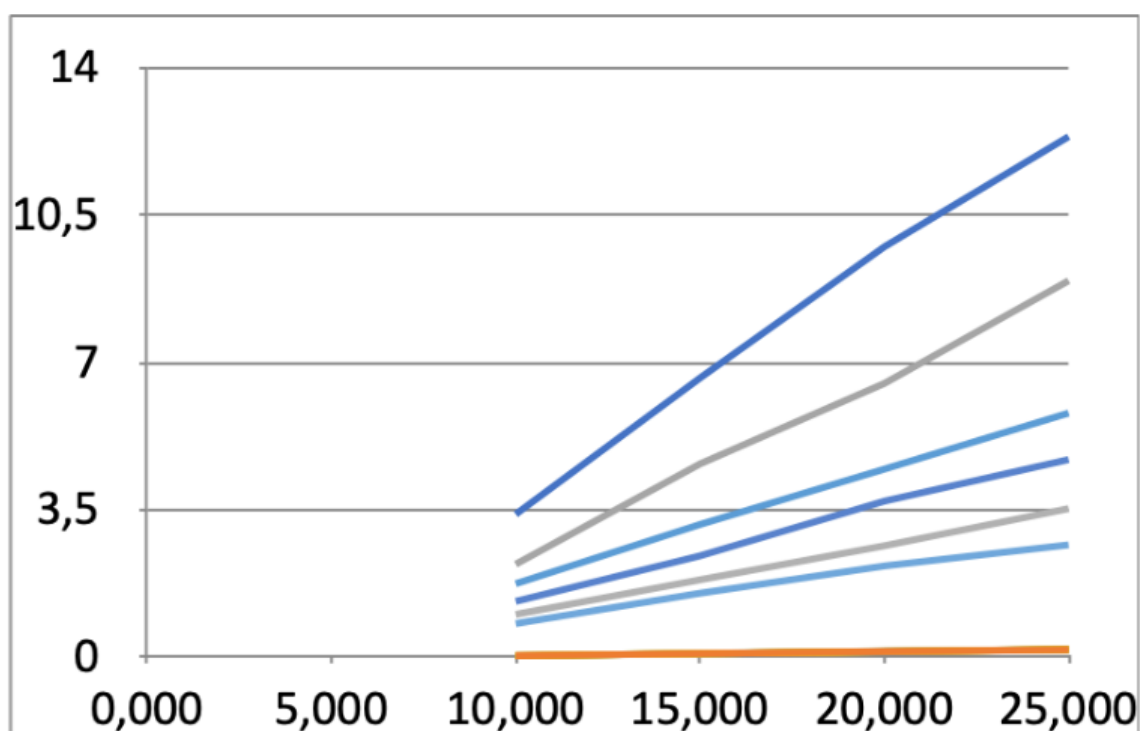
10. Графики

Положение	l	$M_{тр}$
1	0,0159	0,0039
2	0,0218	0,0111
3	0,0363	-0,0044
4	0,0429	0,0032
5	0,0589	0,0003
6	0,0784	-0,0068

Положение	ε	M_ε
1	3,402	0,058
	6,630	0,109
	9,739	0,159
	12,351	0,200
2	2,217	0,059
	4,594	0,110
	6,501	0,158
	8,936	0,206
3	1,755	0,059
	3,158	0,110

4	4,470	0,158
	5,798	0,206
	1,336	0,060
	2,415	0,107
	3,711	0,162
	4,697	0,205
5	1,027	0,061
	1,847	0,109
	2,653	0,157
	3,534	0,209
6	0,810	0,057
	1,529	0,113
	2,175	0,164
	2,675	0,203

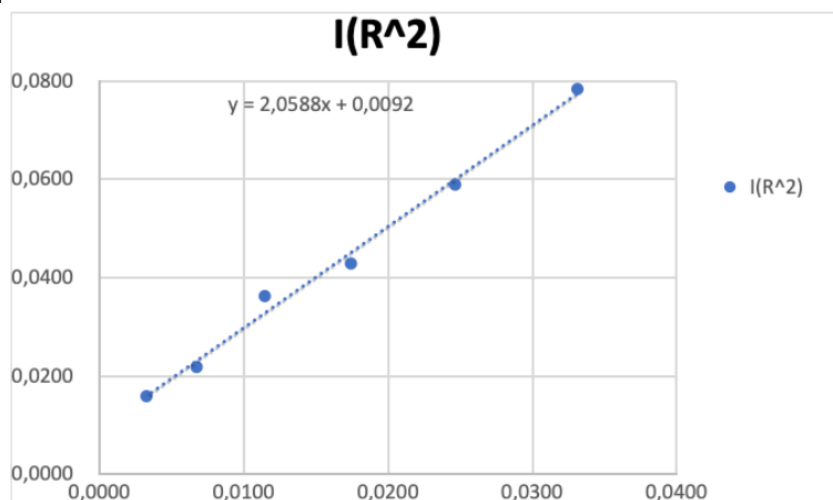
M_{ε}



11.

I	График $I(R^2)$ теоретический	
	R, м	$R^2, м^2$
0,0159	0,0566	0,0032
0,0231	0,0819	0,0067
0,0328	0,1068	0,0114
0,0451	0,1319	0,0174
0,0600	0,1568	0,0246
0,0774	0,1819	0,0331

12.



13.

$$\Delta I_0 = S_{I_0} + t_{a,N} \approx 0,20$$

$$\Delta m_{yt} = S_{m_{yt}} + t_{a,N} \approx 0,40$$

14. Выводы и анализ результатов работы.

Исследуя зависимости $I(R^2)$ и $M(\varepsilon)$ было выявлено:

- Что они являются линейно зависимыми

15. Дополнительные задания

16. Выполнение дополнительных заданий.

17. Замечание преподавателя (исправления, вызванные замечания преподавателя)