

# Лабораторная работа

«Изучение динамики вращения движения твёрдого тела и определение момента инерции маятника Обербека»

Авторы:

Петрушов Андрей

Добровольский Андрей

Анников Роман

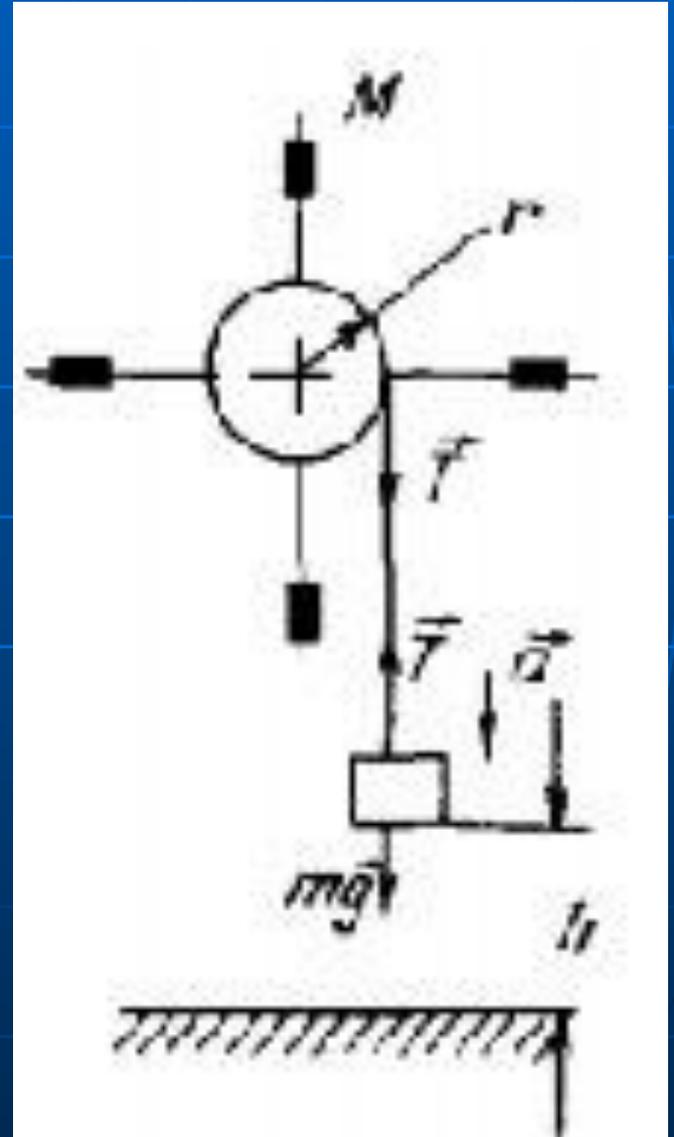
## Цели работы:

- Проверить, что момент инерции маятника Обербека не зависит от радиуса шкива, на котором подвешен груз.
- Доказать, что момент инерции маятника Обербека зависит от распределения массы на маятнике.

# Приборы и материалы

- Крестообразный маятник с 4 грузами, по одному на каждой оси
- Линейка для измерения высоты
- Нить
- Груз
- Секундомер

# Маятник



# Используемые закономерности

Основное уравнение динамики  
вращательного движения для маятника  
Обербека:  $I\varepsilon = Tr$

Для поступательного движения груза  $m$ :  
 $ma = mg - T$ ;  $h = (at^2)/2$

Используя связь линейного и углового  
ускорений  $a = \varepsilon r$ :

$$I = mr^2 * (g * t^2 / 2h - 1)$$

# Ход работы, 1ч.

- Закрепить цилиндрические грузики  $M$  на середине стержня таким образом, чтобы система находилась в положении безразличного равновесия.
- Закрепить нить с грузом  $m$  на шкиве радиуса  $r_1$  и наматывают ее так, чтобы груз поднялся на высоту  $h$ . Высоту отсчитывать по линейке по нижнему торцу груза  $m$

# Ход работы, 1ч.

- Измерить время движения  $t_1$  груза 5 раз, зафиксировать его, занести данные в табл. 1
- Перекинуть нить с грузом на другой шкив радиуса  $r_2$  и повторить опыт по измерению времени  $t_2$  с той же высоты  $h$  и занести в табл. 2

# Таблицы результатов

Таблица 1			Таблица 2	
М – на середине стержня, М=157,5Г				
m=436.8г r1=40,15мм			m=436,8г r2=20,1мм	
i	t1,с	Δ t1,с	t2,с	Δ t2,с
1	3,63	0,14	6,79	-0,13
2	3,43	-0,06	6,80	-0,12
3	3,51	0,02	7,04	0,12
4	3,37	-0,12	7,07	0,15
5	3,51	0,02	6,91	-0,01
Средне е	3,49	-	6,92	-

## Ход работы ч.2

- Закрепить нить с грузом  $m$  на шкиве радиуса  $r_1$  и в дальнейшем эти параметры не менять.
- Установить грузики  $M$ , сдвигая их от середины ближе к оси вращения
- Измерить время  $t_3$  падения груза 5 раз, занести в таблицу
- Установить грузики  $M$ , сдвигая их от середины дальше от оси, и измерить время  $t_4$  5 раз

# Таблицы результатов

Таблица 3			Таблица 4	
M-ближе к оси оси			M-дальше от оси	
m=436.8г r1=40,15мм				
i	t1,с	$\Delta t1,с$	t2,с	$\Delta t2,с$
1	2,76	0,04	4,94	0,11
2	2,72	0,00	4,68	-0,15
3	2,71	-0,01	4,83	0,00
4	2,76	-0,02	4,83	0,00
5	2,72	0,00	4,90	0,07
Средне е	2,72	-	4,83	-

# Обработка результатов измерений

$$I_1 = 0,0413 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_2 = 0,0412 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_3 = 0,0248 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_4 = 0,0798 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_{\text{ср}} = (I_1 + I_2) / 2 = 0,04125 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_4 > I_{\text{ср}} > I_3$$

# Расчет погрешности измерений

$$\Delta t_{\text{сл}} = k \sqrt{(\sum (\Delta t(i)^2) / 20)}$$

k-коэффициент Стьюдента (2,78 здесь)

$$\Delta t_{\text{инс}} = 0,01$$

$$\Delta t(i) = \sqrt{(\Delta t_{\text{инс}}(i))^2 + \Delta t_{\text{сл}}(i)}$$

$$t = t_{\text{ср}} \pm \Delta t$$

# Расчет погрешности измерений

$$\Delta t_{1\text{сл}} = 0,120$$

$$\Delta t_{2\text{сл}} = 0,162$$

$$\Delta t_{3\text{сл}} = 0,028$$

$$\Delta t_{4\text{сл}} = 0,123$$

$$\Delta t_1 = 0,120$$

$$\Delta t_2 = 0,162$$

$$\Delta t_3 = 0,030$$

$$\Delta t_4 = 0,123$$

# Результаты измерений с учетом погрешности

$$t_1 = 3,49 \pm 0,120(\text{с})$$

$$t_2 = 6,92 \pm 0,162(\text{с})$$

$$t_3 = 2,72 \pm 0,030(\text{с})$$

$$t_4 = 4,83 \pm 0,123(\text{с})$$

# Расчет погрешности измерений

$$\Delta I = I \sqrt{(\Delta m/m)^2 + 4(\Delta r/r)^2 + 4(\Delta t/t)^2 + (\Delta h/h)^2}$$

$$\Delta I_1 = 0,0028(\text{кг} \cdot \text{м}^2)$$

$$\Delta I_2 = 0,0018(\text{кг} \cdot \text{м}^2)$$

$$\Delta I_3 = 0,0002(\text{кг} \cdot \text{м}^2)$$

$$\Delta I_4 = 0,0037(\text{кг} \cdot \text{м}^2)$$

# Расчет погрешностей измерений

$$\Delta I' = 0,5\sqrt{(\Delta I_1^2 + \Delta I_2^2)} = 0,00162(\text{кг}\cdot\text{м}^2)$$

Итого:

$$I = 0,04125 \pm 0,00162(\text{кг}\cdot\text{м}^2)$$

Относительная погрешность:

$$\delta = \Delta I' / I' = 0,039$$

# Выводы:

Экспериментальным путем на примере маятника Обербека доказано, что момент инерции тела не зависит от момента силы, действующей на него, но зависит от распределения массы в этом теле

# Спасибо за внимание

По всем вопросам звоните по горячей линии 8-985-275-03-31