



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Поточное построение графика угла поворота в зависимости от времени для равноускоренного вращательного движения.
- Подтверждение пропорциональной зависимости между углом вращения и квадратом времени.
- Определение зависимости углового ускорения от крутящего момента и подтверждение согласованности результата с уравнением движения Ньютона.
- Определение зависимости углового ускорения от момента инерции и подтверждение согласованности результата с уравнением движения Ньютона.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Подтверждение правильности уравнения движения Ньютона.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Для тела, которое вращается вокруг фиксированной оси с равномерным ускорением, угол поворота φ возрастает пропорционально квадрату времени t . По этому коэффициенту пропорциональности можно рассчитать угловое ускорение α , которое, в свою очередь, зависит, в соответствии с уравнением движения Ньютона, от ускоряющего крутящего момента (вращающего момента) и момента инерции твердого тела.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Вращающаяся система на воздушной подушке (230 В, 50/60 Гц)	U8405680-230 или U8405680-115
1	Лазерный отражательный датчик	U8533380
1	Цифровой счетчик (230 В, 50/60 Гц)	U8533341-230 или U8533341-115
	Цифровой счетчик (115 В, 50/60 Гц)	

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Вращение твердого тела вокруг фиксированной оси можно описать аналогично одномерному поступательному движению. Расстояние s заменяется углом поворота φ , линейная скорость v - угловой скоростью ω , ускорение - угловым ускорением α , ускоряющая сила F - крутящим моментом M , действующим на твердое тело, а инерциальная масса m - моментом инерции твердого тела J относительно оси вращения.

1

По аналогии с уравнением движения Ньютона для поступательного движения, взаимосвязь между крутящим моментом (вращающим моментом) M , который приложен к твердому телу с моментом инерции J , поддерживается таким образом, чтобы оно могло вращаться, и угловое ускорение α равно:

$$(1) \quad M = J \cdot \alpha$$

Если прикладываемый крутящий момент не изменяется, тело вращается с постоянной скоростью изменения углового ускорения.

В этом опыте такое движение исследуется с помощью вращающейся системы, которая находится на воздушной подушке и поэтому испытывает очень слабое трение. Движение начинается в момент времени $t_0 = 0$ с нулевой начальной угловой скоростью $\omega = 0$, и в момент времени t тело поворачивается на угол:

$$(2) \quad \varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2$$

Крутящий момент M возникает вследствие силы тяжести ускоряющей массы m_M , приложенной на расстоянии r_M от оси вращения тела, и, следовательно:

$$(3) \quad M = r_M \cdot m_M \cdot g$$

постоянное ускорение свободного падения.

$$g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Если две дополнительных гирьки массой m_J прикрепить к горизонтальному стержню вращающейся системы на одинаковом фиксированном расстоянии r_J от оси вращения, момент инерции увеличивается до:

$$(4) \quad J = J_0 + 2 \cdot m_J \cdot r_J^2$$

J_0 : постоянное ускорение свободного падения.

В комплект входит некоторое количество гирек как для создания ускоряющей силы, так и для увеличения момента инерции. Расстояния r_M и r_J также можно изменять. Таким образом, можно исследовать, как угловое ускорение зависит от крутящего момента и момента инерции, для того чтобы подтвердить соотношение (1).

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Пропорциональность угла поворота квадрату времени демонстрируется путем измерения интервалов времени, требующихся для поворота на углы 10° , 40° , 90° , 160° и 250° .

Для того чтобы определить зависимость углового ускорения α от переменных M и J , измеряется время $t(90^\circ)$, необходимое для поворота на угол 90° при различных значениях переменной в обоих случаях. Для данного особого случая угловое ускорение составляет

$$\alpha = \frac{\pi}{t(90^\circ)^2}$$

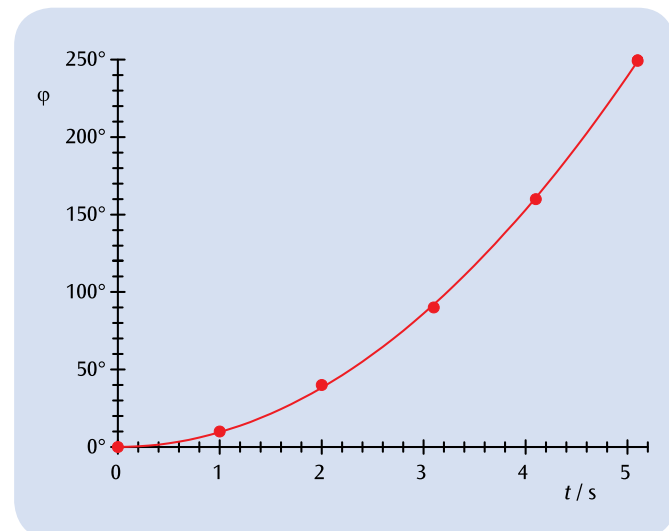


Рис. 1: Зависимость угла поворота от времени для равноускоренного вращательного движения.

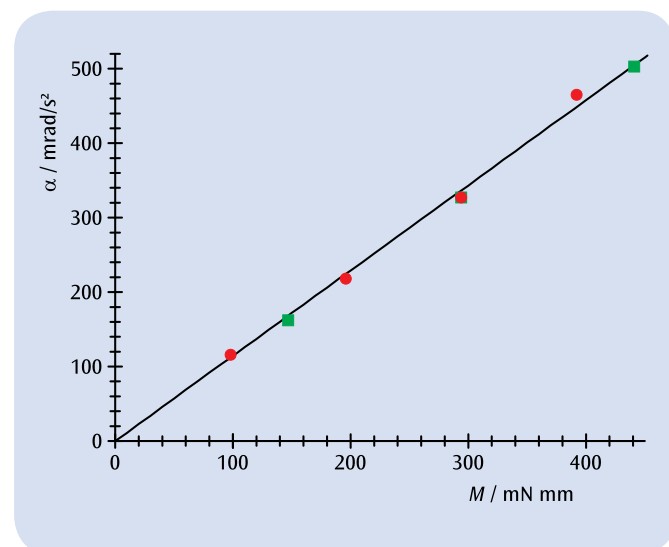


Рис. 2: Зависимость углового ускорения α от крутящего момента M .

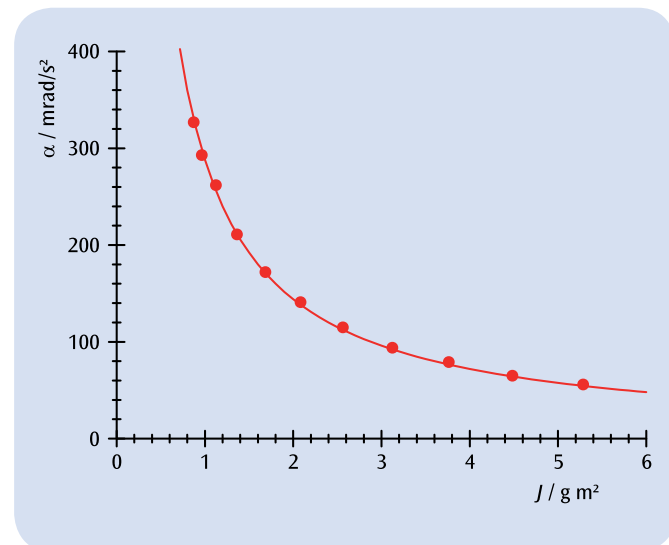


Рис. 3: Зависимость углового ускорения α от момента инерции J .