

Департамент образования администрации г. Перми

МБОУ «Лицей №1» г. Перми

направление

Экспериментальная физика.

Тема работы

Экспериментальное описание движения кольца вращающегося вокруг длинного вертикального стержня.

Выполнили:

Ошкин Данила Дмитриевич

Кондаков Сергей Дмитриевич

11 кл., МБОУ "Лицей №1", г. Перми

Руководитель:

Доктор философских наук

Имакаев В.Р.

Пермь - 2018

Abstract

This research is devoted to the problem of behavior of a ring which is rotating around a rod.

The main subject of the research is the change of energy process of the ring rotating around the rod.

The aim of the research is to analyze the process of the ring rotating around the rod.

To achieve the aim it was necessary to the following tasks:

To study the literature

To analyze the physical phenomenon of motion

To create Experimental facility

To make up experiment

To analyze the result of experiment to make up a conclusion

To make up a conclusion

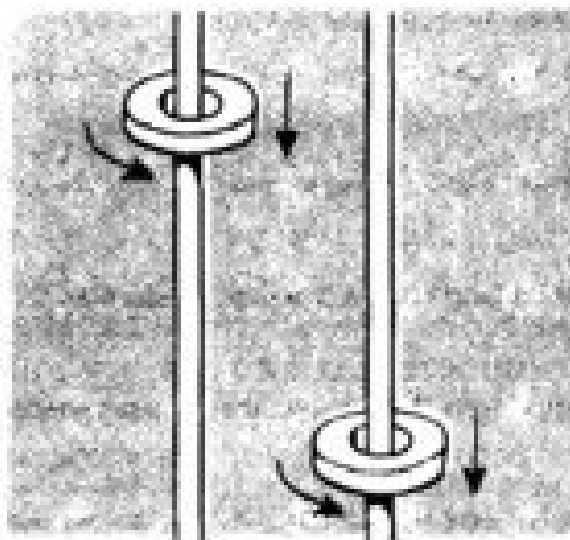
Doing the experiment it has become found out ring it falling slower but is rotating faster while its motion.

Оглавление

Abstract.....	2
Введение	4
Эксперимент №2	6
Вычисления	7
Экспериментальное наблюдение.....	8
Результаты вычислений	9
Исследование кинематики движения кольца	11
Объяснение физического явления.....	13
Вывод	13
Список литературы	14
Приложение	15

Введение

Мы решили исследовать опыт, описанный в книге Дж. Уокера “физический фейерверк”. Кольцо на палочке. Существует одно простое, но весьма забавное физическое явление. Оно состоит из кольца довольно большого внутреннего диаметра, которое надето на палочку. Кольцо раскручивают щелчком и палочку ставят вертикально. Кольцо начинает спускаться вниз (гораздо медленнее, чем можно ожидать), и чем ниже оно опускается, тем быстрее вращается, спуск же при этом замедляется. Если вовремя переворачивать палочку, когда кольцо спускается вниз, то оно может вращаться до бесконечности. Фокус с кольцом можно увидеть в цирке. Возьмем теперь два кольца. Верхнее колечко может падать быстрее нижнего и столкнуться с ним. Если это произойдет, кольца отскочат друг от друга, и верхнее начнет подниматься. Эти опыты удобно проводить с бухгалтерскими счётами.



Эксперимент № 1

В первом эксперименте мы использовали железное кольцо и карандаш, но эксперимент не удался, т.к. кольцо скатывалось очень быстро, поскольку карандаш был слишком гладкий и, так же как и кольцо, обладал маленьким коэффициентом трения



Эксперимент №2

Учитывая неуспех в первом эксперименте, мы решили использовать резиновое кольцо, поскольку резина имеет больший коэффициент трения, и железную палку, но эксперимент по-прежнему был несовершенен.



Железная палка длиной 90 см. с диаметром 1 см.



Резиновое кольцо с диаметром 4 см.

Вычисления

На железной палке и на резиновом кольце мы сделали метки, чтоб вычислить количество оборотов и зависимость координаты от времени, путём замедления видео.



Экспериментальное наблюдение



Последняя установка, представленная на изображении выше, была усовершенствована тем, что палку, на которой вращалось кольцо, мы закрепили, и палка была из дерева, что увеличивает её коэффициент трения по сравнению с железной палкой.

В ходе наблюдений мы пронаблюдали опыт, описанный Дж. Уокером в его книге. (кольцо раскрутили вокруг неподвижного стержня)

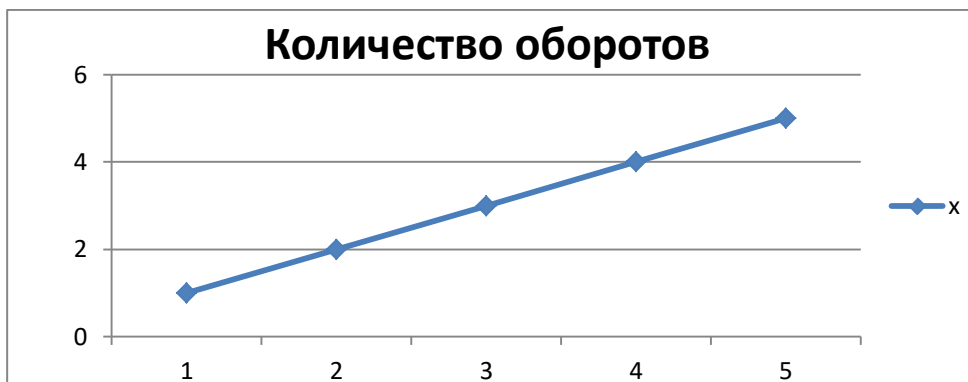
Мы собрали экспериментальную установку. В результате которого мы заметили что кольцо замедляется по скорости падению и ускоряется скорость вращения.

Результаты вычислений

x	t
10	0
40	1
60	2
74	3
83	4
90	5

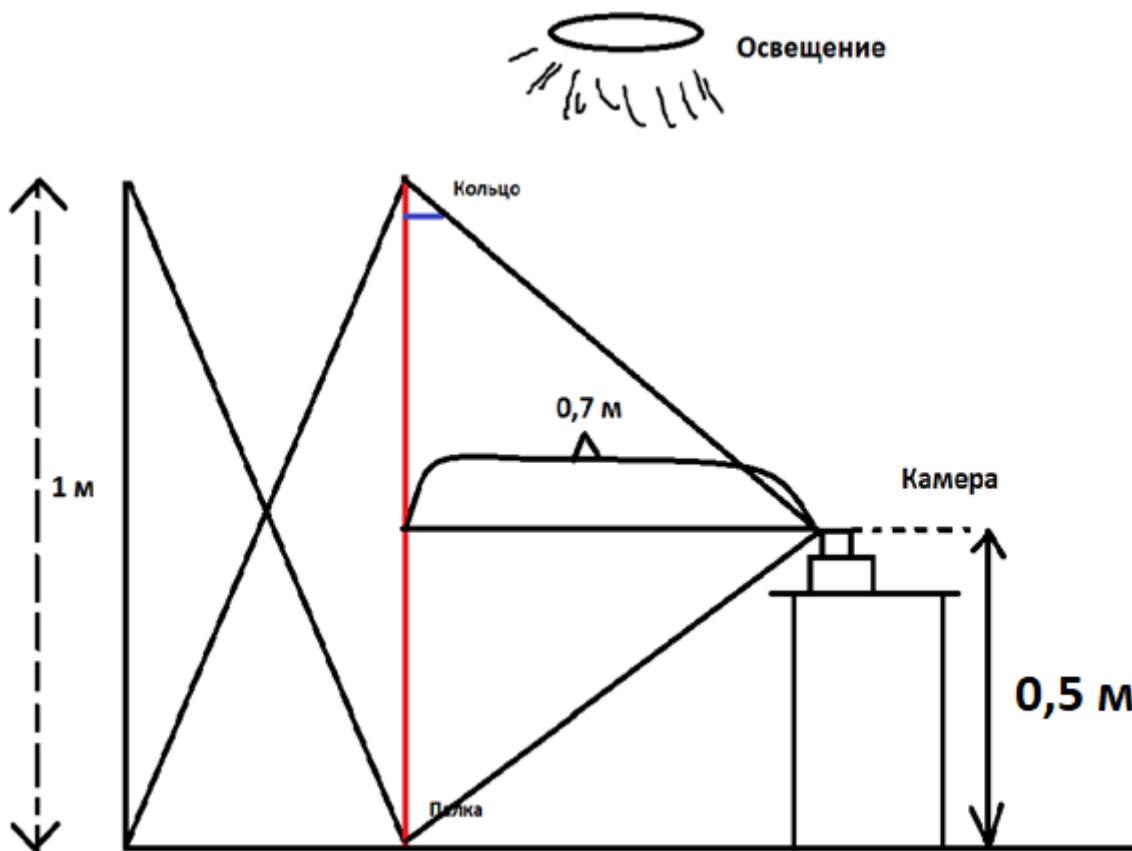


x	t
5	1
6	2
7	3
8	4
9	5



Условия съёмки и видеофиксации

Условия съёмки выглядели следующим образом:



В съёмке были задействованы следующие предметы:

- 1) Камера телефона 1,2 МП
- 2) Стол и стопка бумаг на которой стояла камера
- 3) Люстра, в качестве освещения

Исследование кинематики движения кольца

Потенциальная энергия уменьшается т.к.

уменьшается высота. кинетическая вращения увеличивается т.к растёт скорость.

Т.к мы считаем, что выделением тепла можно пренебречь из за малого выделения тепла, то изменение полной механической энергии = 0.

Следовательно, $E_1 = E_2$ в любой момент времени

Полная энергия будет складываться из вращательного и поступательного движения

$$E = E_{\text{Пост}} + E_{\text{В}}$$

$$E = E_{\text{кв}} + E_{\text{кп}} + E_{\text{пп}}$$

$$E_{\text{пост}} = E_{\text{к}} + E_{\text{п}}$$

$$E_{\text{пост}} = mgh + \frac{mV^2}{2}$$

$$E_{\text{В}} = \frac{I\omega^2}{2}$$

Где I мера инертности при вращательном движении.

$$I = \frac{m(r_1^2 + r_2^2)}{2}$$

Где r_1 -радиус внутри кольца r_2 -радиус наружный

Посчитав количество оборотов за единицу времени мы можем найти угловую скорость.

$$\omega = 2\pi/T$$

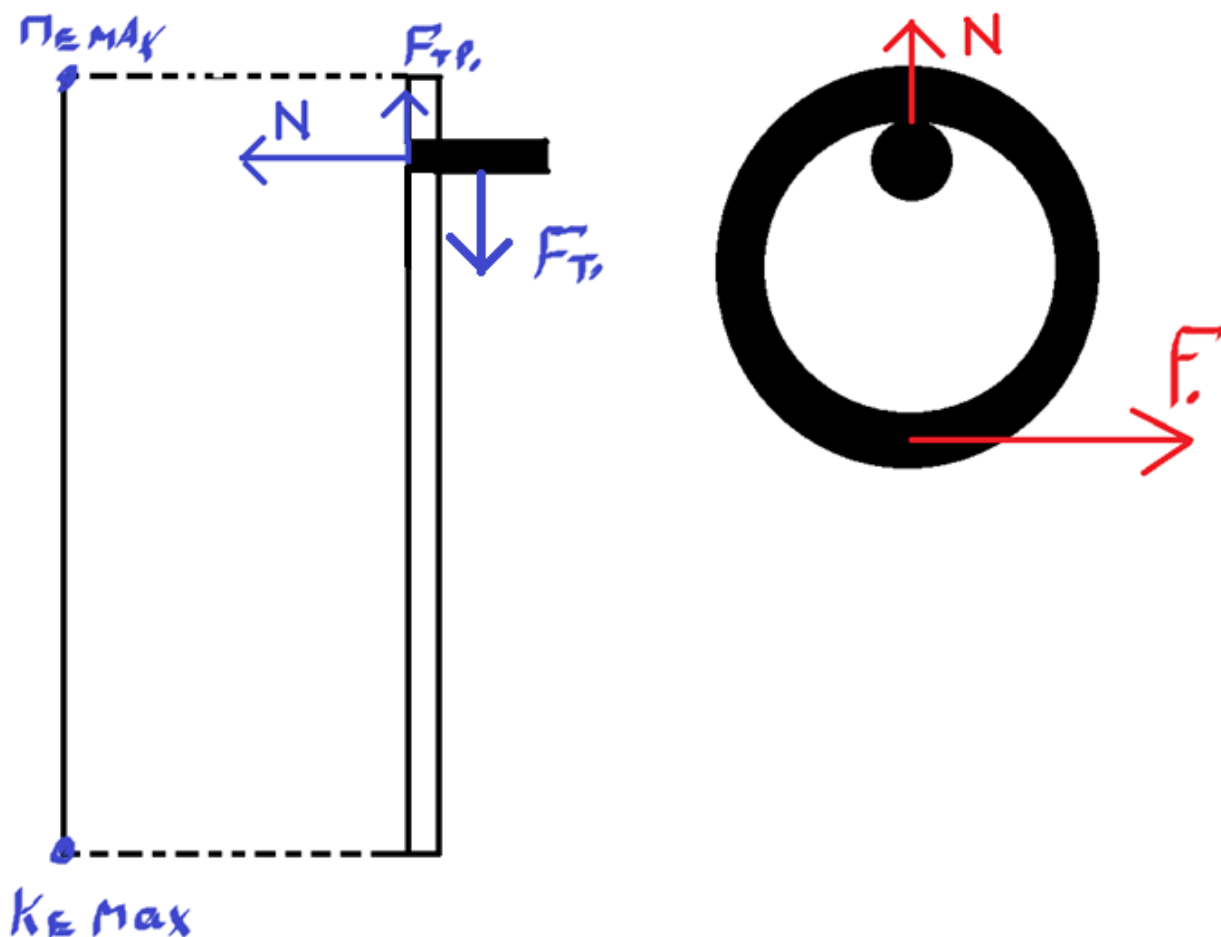
Подставляем в формулу и получаем что начальная энергия примерно равна конечной

$$E = mgh + \frac{mV^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = const$$

Где r_1 -радиус внутри кольца r_2 -радиус наружный

начальная $0.15 \cdot 10 \cdot 0.30 + 2.27 \cdot ((6.28/0.200) \cdot 6.28/0.200)/2 + (0.21 \cdot 0.21 \cdot 0.15/2) = 1170$

конечная $0.15 \cdot 10 \cdot 0.20 + 2.27 \cdot ((6.28/0.195) \cdot 6.28/0.195)/2 + (0.2 \cdot 0.2 \cdot 0.15/2) = 1120$



Объяснение физического явления

Трение между кольцом и палочкой не дает кольцу просто соскользнуть вниз. Частично устойчивость вращающегося кольца обусловлена силой, действующей со стороны палочки перпендикулярно кольцу. По мере движения кольца вниз его скорость вращения и кинетическая энергия увеличиваются за счет начальной потенциальной энергии. “Насколько мне известно, исследованием этой игрушки никто не занимался (описывал Дж. Уокер).”

В ходе эксперимента было видно, что кольцо замедляется по скорости падения и ускоряется по скорости вращениям.

Т.к. кольцо падает, потенциальная энергия начинает переходить в другую энергию.

Кольцо не нагревается, значит, потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию.

Вывод

Мы смогли повторить опыт и попытались объяснить его. Кольцо замедлялось по скорости опускания и ускорялось по угловой скорости. Этот эксперимент демонстрирует изменение энергии поступательного и вращательного движения. Наши исследования могут помочь легче проводить данный опыт в развлекательных и научных целях.

Список литературы

Дж. Уокер «физический фейерверк»

Энциклопедия «Википедия» статья «Кинетическая энергия»

Энциклопедия «Википедия» статья «Тор (поверхность)»

Приложение

Также мы измерили силу трения т.к чем больше сила трения тем медленней падает кольцо.

Проведя 5 экспериментов по измерению коэффициента трения, мы получили.

1)20 градусов

2)25 градусов

3)30 градусов

4)23 градусов

5)27 градусов

среднее 25 градусов

коэффициент трения=0.47