

Кручение и верчение

Условие

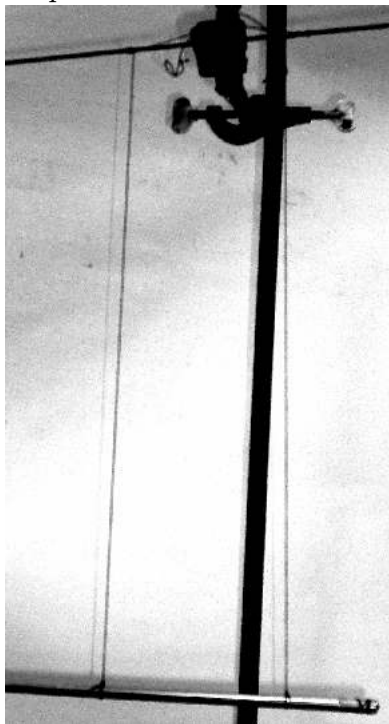
Задание 2. «Кручение и верчение»

Добрый совет: не пытайтесь построить строгую теоретическую модель – помните сегодня Вы «чистый» экспериментатор!

Движение тела не всегда бывает равномерным или равноускоренным. Однако эти упрощающие модели часто используются для описания реальных законов движения. В данной работе вам предстоит экспериментально исследовать один из таких законов, проанализировать возможность применения знакомых вам моделей и, наконец, попытаться установить эмпирический (опытный) закон движения.

Приборы и оборудование:

1. Штатив с лапкой. 2. Линейка 40 см. 3. Секундомер 4. Нитки 5. Тяжелый металлический стержень. 6. Металлический стержень.



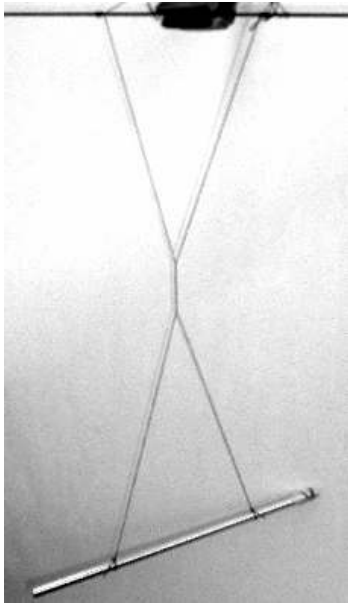
Подвесьте тяжелый стержень на двух параллельных нитях. Верхние концы нитей прикрепите ко второму стержню. Длины нитей должны быть примерно равны 30-40 см, расстояние между ними около 15 см. **Не забудьте указать точные численные значения этих величин в своей работе.**

Вам необходимо исследовать процесс раскручивания стержня, для этого первоначально его надо закрутить (при этом нити, естественно, окажутся перекрученными). Все измерения по изучению раскручивания следует начинать с нулевой скорости вращения.

При закручивании стержня (перекручивании нитей) стремитесь, чтобы нити все время оставались натянутыми. Проще всего этого добиться, если подвешенный стержень просто толкнуть, при необходимости подталкивая его (не забывая при этом подсчитывать число оборотов).

Обозначим начальное число оборотов сделанное стержнем - N_0 .

При описании движения стержня в качестве его координаты следует использовать n - число оборотов, которое сделал стержень, при его движении от верхнего положения (когда нити максимально перекручены). Естественно, что это число может быть дробным.



1. Закон движения.

1.1. Исследуйте закон движения стержня при фиксированном числе оборотов начальной закрутки стержня N_0 (эта величина должна быть примерно равна 60-70 оборотам). Для этого измерьте зависимость времени раскручивания t_n от числа сделанных оборотов n .

1.2 Постройте график закона движения стержня $n(t)$.

1.3 На основании полученных данных определите, можно ли считать вращение стержня равномерным

а) на всем интервале движения;

б) на промежутке времени, когда число сделанных стержнем оборотов изменяется от 10 до 50 ($n \in (10 \div 50)$);

1.4 Допустим, что во втором интервале ($n \in (10 \div 50)$) используется модель равномерного движения, со скоростью равной средней скорости реального движения стержня. Чему равна максимальная ошибка такого приближения?

1.5 Допустим, что закон движения стержня может быть приближенно представлен в виде

$$n = Ct^\gamma$$

где C , γ - постоянные величины. При каком значении параметра γ эта формула наиболее точно описывает реальный закон движения?

2. Время раскрутки.

2.1. Исследуйте зависимость времени полного раскручивания стержня τ (от начального положения, до нижней точки, в которой нити вертикальны) от начального числа оборотов закрутки N_0 .

2.2. Постройте график полученной зависимости $\tau(N_0)$.

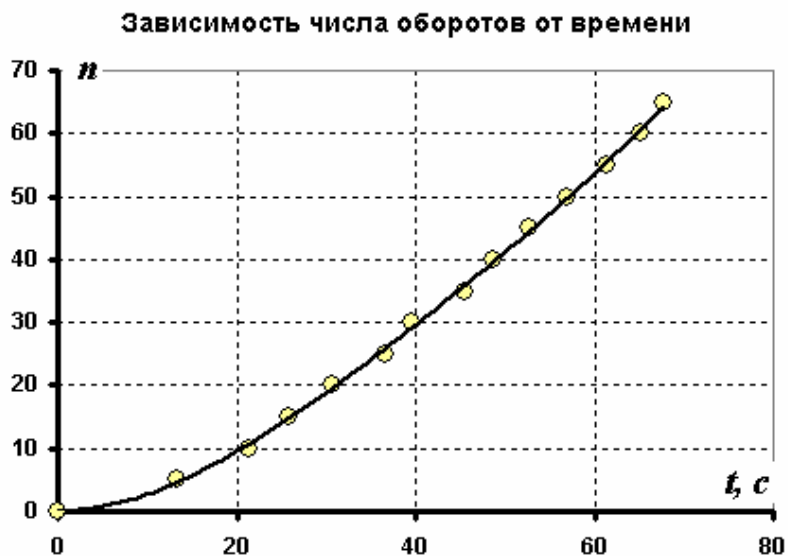
2.3 Проведите анализ полученной зависимости, сравнив ее с результатами, полученными в первой части данной работы

Решение

Задание 2. «Кручение и верчение»

Проведение эксперимента не вызывает затруднений. Таблица 1 результатов измерений времени раскручивания (начальная закрутка равнялась 68 оборотов – так уж получилось) до нужного числа оборотов приведена ниже. Рядом построен график закона движения.

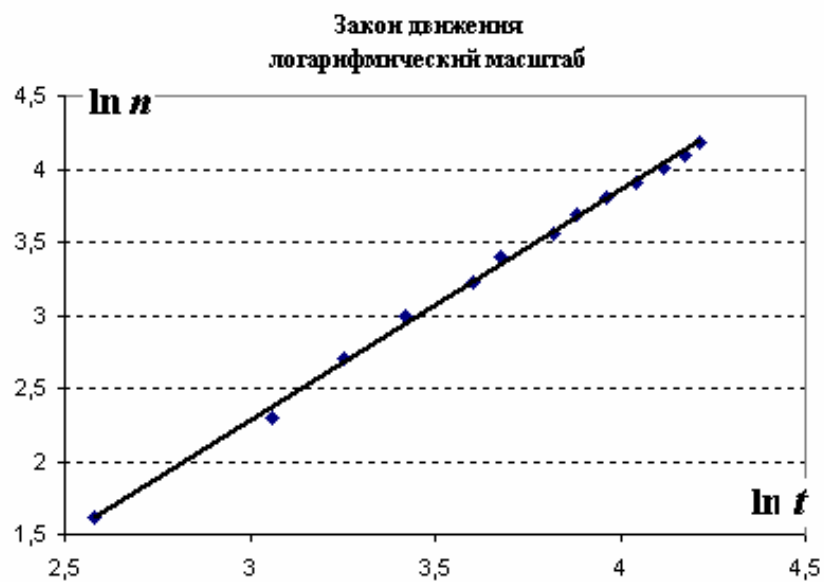
Число сделанных оборотов n	Время раскручивания t , с
5	13,23
10	21,38
15	25,85
20	30,65
25	36,6
30	39,54
35	45,59
40	48,7
45	52,69
50	56,89
55	61,3
60	65,15
65	67,73



Зависимость явно не линейна, но и не квадратична. Для подгонки под степенную функцию строим график в логарифмическом масштабе.

С высокой степенью точности – линейная зависимость. Рассчитанный по МНК коэффициент наклона (он же показатель степени в законе движения) равен **1,56**. Что очень близко к $\frac{3}{2}$. Таким образом, эмпирический закон движения имеет вид

$$n = Ct^{\frac{3}{2}}$$

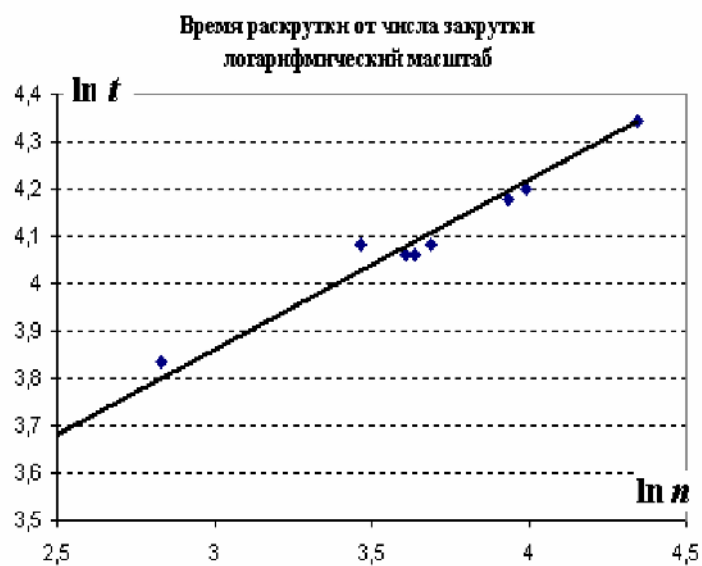
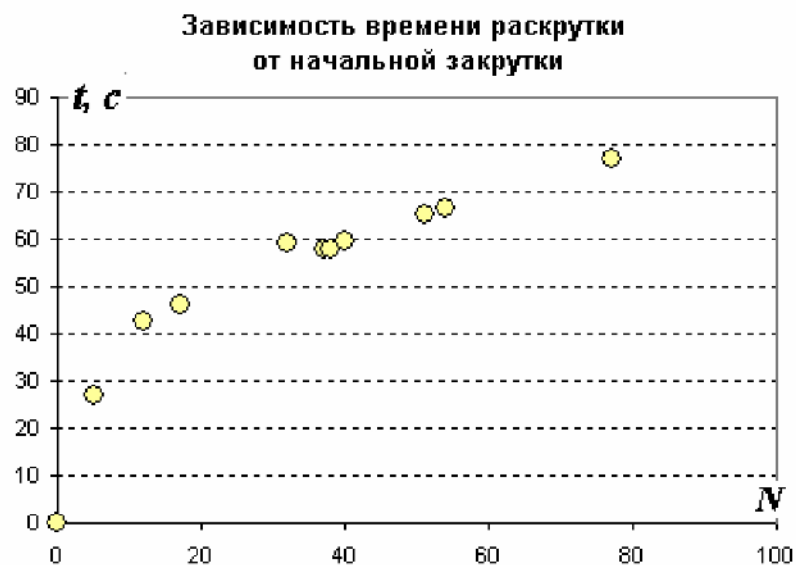


(почти третий закон Кеплера – может не случайно?) Аналогичные значения были получены и для других начальных закруток.

Часть вторая – время раскручивания. Поступаем аналогично: таблица, график, логарифмический масштаб, МНК. Вот результаты.

Число оборотов закрутки N	Время раскрутки t, с
5	12,14
10	19,55
15	24,75
20	28,98
25	32,95
30	38,63
35	41,59
40	45,74
45	51,13
50	55,08
55	56,49

Число оборотов закрутки N	Время раскрутки t, с
5	12,14
10	19,55
15	24,75
20	28,98
25	32,95
30	38,63
35	41,59
40	45,74
45	51,13
50	55,08
55	56,49



Расчет коэффициента наклона дал значение **0,36** , что приводит к примерной степенной зависимости вида

$$T = CN_0^{\frac{1}{3}}$$

Красиво, но не понятно!

Расчет коэффициента наклона дал значение 0,36, что приводит к примерной степенной зависимости вида

$$T = CN_0^{\frac{1}{3}}$$

Красиво, но не понятно!