

Решение

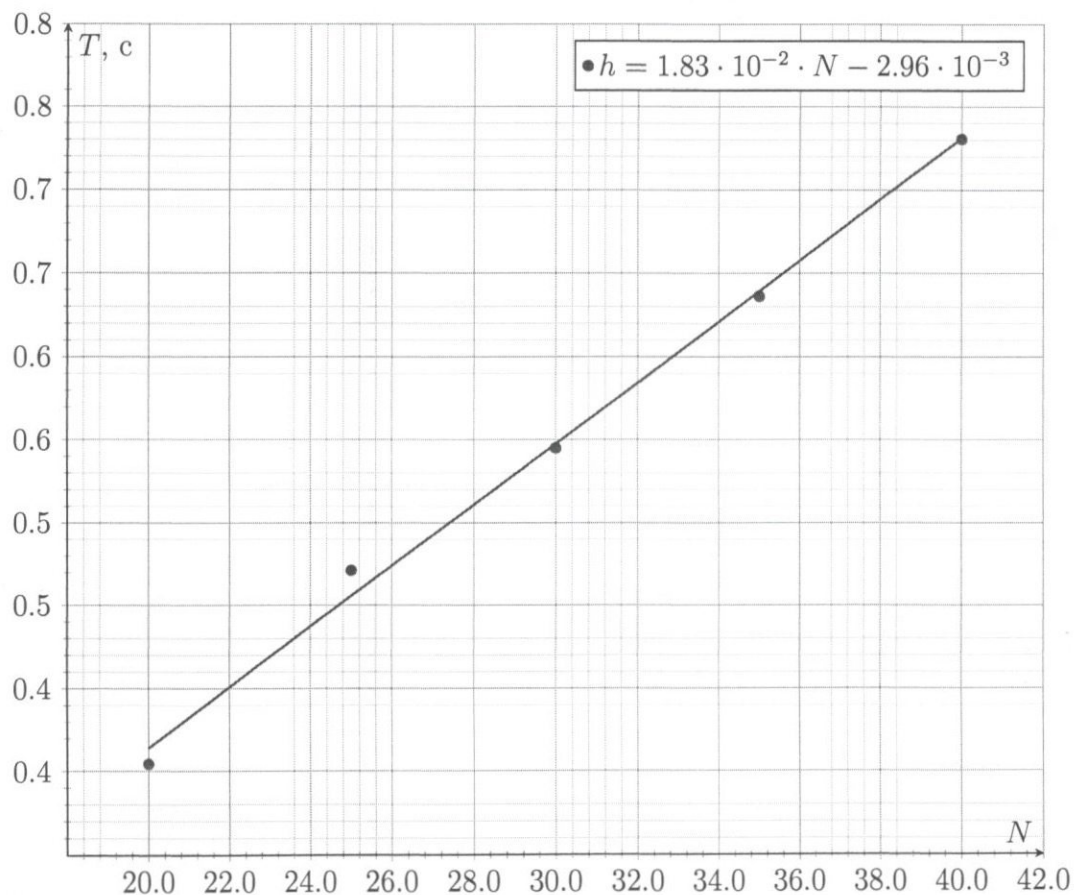
1. Измерим 50 периодов колебаний для трех разных длин пружины. Заметим, что период не зависит от длины пружины. Делаем вывод, что степень $a = 0$.

Малое удлинение	Среднее удлинение	Большое удлинение
29.34 с	29.69 с	29.46 с

2. Измерим зависимость периода колебаний от количества витков в пружине.

N	$50T, \text{ с}$	$T, \text{ с}$
20.0	17.7	0.35
25.0	23.6	0.47
30.0	27.3	0.55
35.0	31.8	0.64
40.0	36.5	0.73

Из таблицы легко заметить, что период колебаний прямо пропорционален количеству витков. Таким образом, степень $b = 1$. Построим график зависимости $T(N)$ и определим его угловой коэффициент.

График зависимости T от N 

$$A_1 = (1.83 \pm 0.06) \cdot 10^{-2} \text{ с} \quad (2)$$

3. Безразмерность коэффициента A позволяет найти степени c и d методом размерности. Запишем зависимость 1 в терминах размерности:

$$c = [\text{м}]^0 [\text{кг}]^c \left[\frac{\text{кг}}{\text{с}^2} \right]^d \quad (3)$$

и легко делаем вывод, что $d = -0.5$ и $c = 0.5$.

4. Количество витков в пружине $N = 40$. Масса всей пружины $M = (41.96 \pm 0.03) \text{ г}$. Таким образом, масса одного витка пружины:

$$m = (1.023 \pm 0.001) \text{ г} \quad (4)$$

Снимем зависимость длины пружины от количества витков в ней.

N	$l, \text{ см}$	$\frac{l}{N}, \text{ см}$
38	69.0	1.82
37	65.0	1.76
36	61.5	1.71
35	58.0	1.66
34	55.0	1.62
33	52.0	1.58
32	49.2	1.54
31	46.2	1.49
30	43.5	1.45
29	41.0	1.41
28	38.5	1.38
27	36.0	1.33
26	34.0	1.31
25	31.5	1.26
24	29.0	1.21
23	26.9	1.17
22	24.8	1.13
21	22.8	1.09
20	20.8	1.04
19	19.0	1.00
18	17.2	0.96

Пусть виток пружины под действием собственного веса растягивается на Δx_0 (здесь же учтем и толщину пластика одного витка). Тогда i -ый виток будет растягиваться

под действием собственного веса и веса $i - 1$ витка под ним и его длину можно рассчитать, как:

$$\Delta x_i = \Delta x_0 + (i - 1) \frac{mg}{k} \quad (5)$$

Для расчета общей длины пружины необходимо просуммировать длины всех витков пружины.

$$l = \sum_{i=1}^N \Delta x_i = N \Delta x_0 + \sum_{i=1}^N (i - 1) \frac{mg}{k} \quad (6)$$

Это не сложно сделать используя выражение для суммы арифметической последовательности:

$$l = N \Delta x_0 + N(N - 1) \frac{mg}{2k} \quad (7)$$

Приведем зависимость к линейному виду:

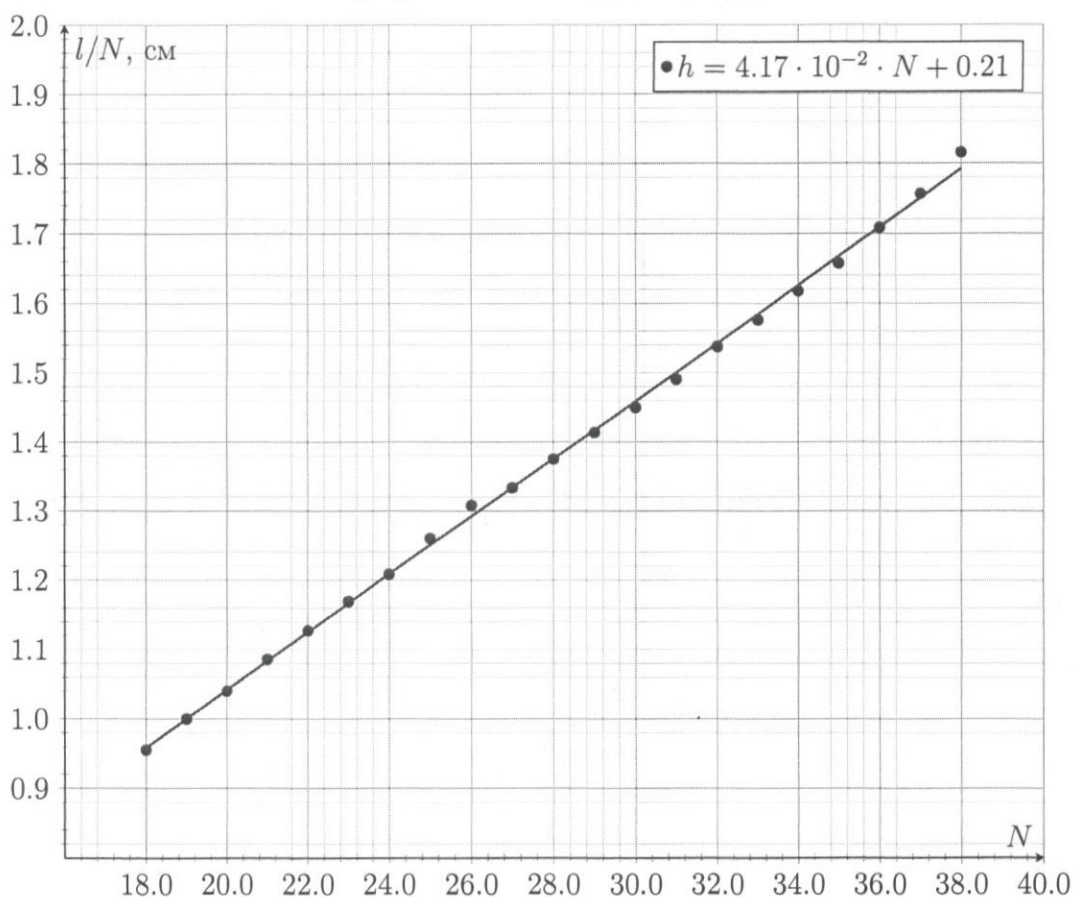
$$l/N = \Delta x_0 + (N - 1) \frac{mg}{2k} \quad (8)$$

Построим график зависимости $l/N(N)$ и рассчитаем его угловой коэффициент:

$$A_2 = \frac{mg}{2k} = (4.17 \pm 0.03) \cdot 10^{-2} \text{ см} \quad (9)$$

Откуда легко рассчитаем коэффициент жесткости одного витка пружины:

$$k = \frac{mg}{2A_2} = (12.0 \pm 0.1) \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad (10)$$

График зависимости T от l/N 

5. На основе результатов предыдущих пунктов перепишем зависимость 1 в виде:

$$A_1 = A \sqrt{\frac{m}{k}} = A \sqrt{\frac{2A_2}{g}} \quad (11)$$

Таким образом, коэффициент A можно найти:

$$A = A_1 \sqrt{\frac{g}{2A_2}} = 1.98 \pm 0.07 \quad (12)$$

Теоретическое значение коэффициента $A = 2$.