

**Решение экспериментального тура
республиканской олимпиады по физике-2022
10 класс (15 баллов)**

1) Очевидно, что при больших длинах значение индуктивности приближается к классическому

$$L = \mu_0 n^2 \cdot \pi R^2 l$$

Поэтому наклон графика стремится к

$$\frac{\Delta L}{\Delta l} = \mu_0 n^2 \cdot \pi R^2 = 9,86 \cdot 10^{-3} \text{ Гн/м}$$

$$R = \sqrt{\frac{\Delta L}{\Delta l} / \mu_0 n^2 \cdot \pi} = 0,050 \text{ м}$$

2) Асимптота к графику пересекает ось у при $(8,29 - 9,86 \cdot 0,85) = -0,091 \text{ мГн}$

Поэтому функция выглядит как

$$L(\text{мГн}) = (-0,091 + 9,86l) + f(l)$$

где $f(l)$ – функция, асимптотически стремящаяся к нулю.

Основные виды таких функций известные из школьного курса – степенная и показательная. Предположим, её степенной

$$f(l) = A/l^n$$

Построим график

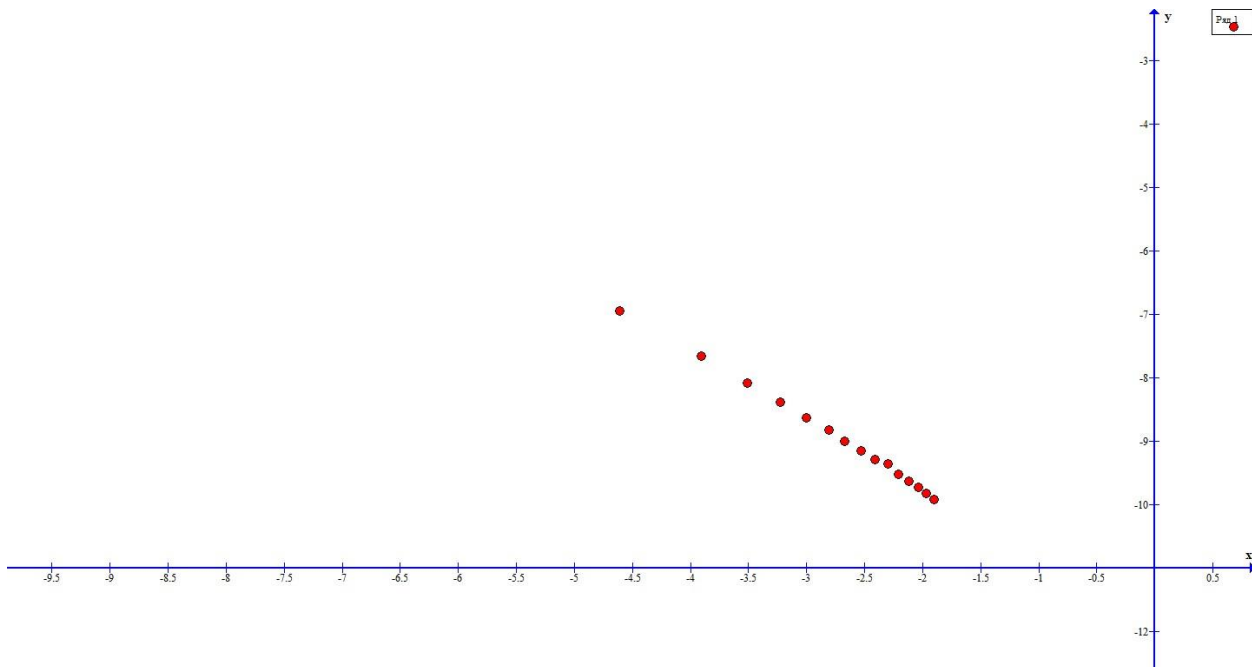
$$\ln(L(\text{мГн}) + 0,091 - 9,86l) + \ln(10^{-3}) = \ln f(l) = \ln A - n \ln l$$

чтобы убедиться в этом и найти коэффициенты A и l

l	L	$\ln f(l)$	$\ln l$
0.01	0.977	-6.939	-4.61
0.02	0.582	-7.65	-3.91
0.03	0.517	-8.073	-3.51
0.04	0.533	-8.379	-3.23
0.05	0.582	-8.621	-3
0.06	0.648	-8.821	-2.81
0.07	0.723	-8.995	-2.67
0.08	0.804	-9.143	-2.53
0.09	0.889	-9.283	-2.41

0.1	0.977	-9.358	-2.3
0.11	1.067	-9.521	-2.21
0.12	1.158	-9.628	-2.12
0.13	1.251	-9.726	-2.04
0.14	1.344	-9.821	-1.97
0.15	1.438	-9.909	-1.9

График



По МНК

$$\ln A - n \ln l = -1.10x - 11.94$$

$$A = 6.5 \cdot 10^{-6}$$

Предположим, что $n=1$

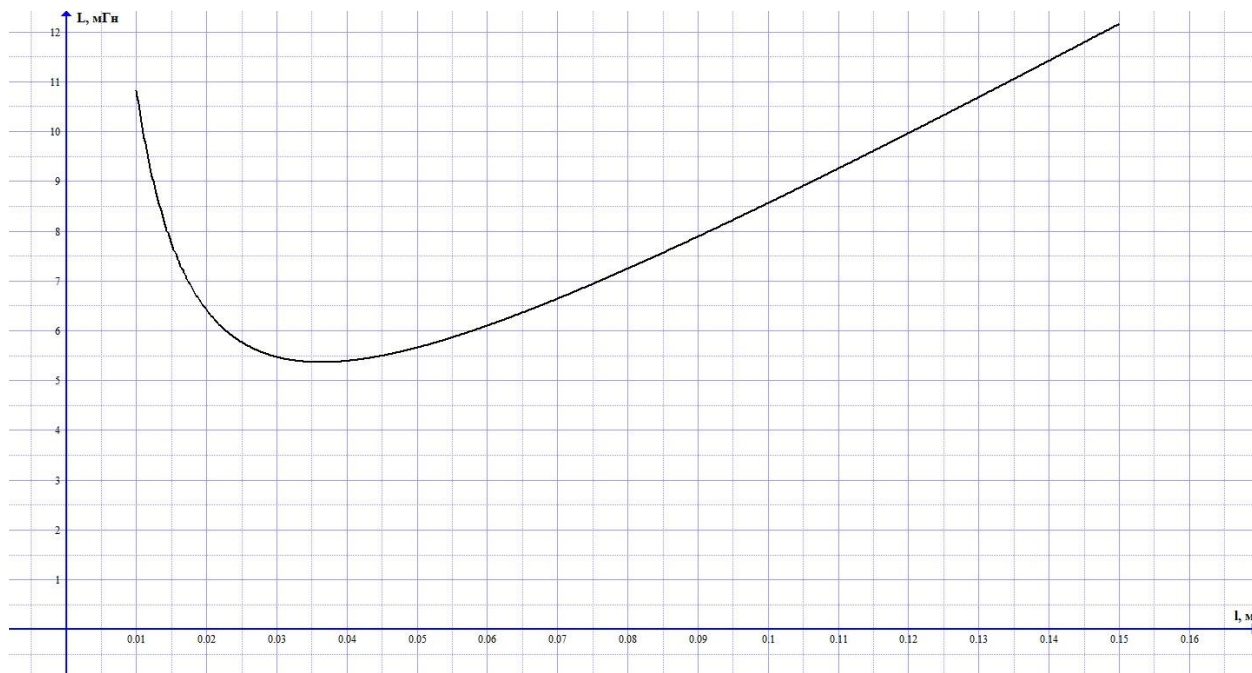
$$L_1 = -0.091 + 9.86l + \frac{0.0065}{l}$$

3) Поправочные коэффициенты для индуктивности должны зависеть от соотношения размеров R/l , Итого

$$L = \mu_0 n^2 \cdot \pi R^2 l \left(1 + a \frac{R}{l} + b \frac{R^2}{l^2} \right)$$

В соответствии с увеличением радиуса для второй катушки радиус, везде, где он входит в выражение должен быть до множен на два.

$$L_2 = -0.364 + 78,88l + \frac{0.104}{l}$$



$$L(0.01)=10.82 \text{ мГн}$$

$$L(0.15)=12.16 \text{ мГн}$$

Минимум

$$L_{\min}=L(0.036)=5.36 \text{ мГн}$$

Верное нахождение радиуса соленоида	[1 балл]
Верная постоянная часть функции	[1 балл]
Верная линейная часть функции	[1 балл]
Верное представление нелинейной части функции	[1 балл]
Верный выбор линеаризации	[1 балл]
Построение таблицы логарифмов	[2 балла]
Построение прямолинейного логарифмического графика	[2 балл]
Верные коэффициенты А и n	[2 балла]
Представление функции от R/l	[1 балл]
Изменение поправочных коэффициентов	[1 балл]
Построение графика второй индуктивности	[2 балла]