

ПЕРЕВІРКА ЗАКОНУ КУЛОНА

ФФ-93

Тор А. В., Другий А. В.

Мета роботи

Перевірити закон Кулона:

1. Визначити залежність сили від заряду;
 2. визначити залежність сили від відстані;
 3. визначити електричну сталу в системі SI.
-

1. Експериментальні результати та їх обробка

Результати досліджень занесемо до табл. 1.

Таблиця 1. Результати дослідження

$a = 4 \text{ см}$		$a = 5 \text{ см}$		$a = 6 \text{ см}$		$a = 7 \text{ см}$		$a = 8 \text{ см}$	
$q, \text{ нКл}$	$F, \text{ мН}$	$q, \text{ нКл}$	$F, \text{ мН}$	$q, \text{ нКл}$	$F, \text{ мН}$	$q, \text{ нКл}$	$F, \text{ мН}$	$q, \text{ нКл}$	$F, \text{ мН}$
5.1	0.03	4.4	0.04	4.5	0.02	4.5	0.02		
10.2	0.18	9.2	0.09	8.2	0.08	8.3	0.08		
15.5	0.39	13.8	0.19	13.2	0.12	12.4	0.11	12.4	0.07
20.1	0.65	18.0	0.32	17.1	0.19	16.8	0.16	16.0	0.11
23.8	0.94	21.8	0.46	23.0	0.36	21.0	0.24	20.9	0.16

На основі результатів дослідження (табл. 1), побудуємо графіки (рис. 1).

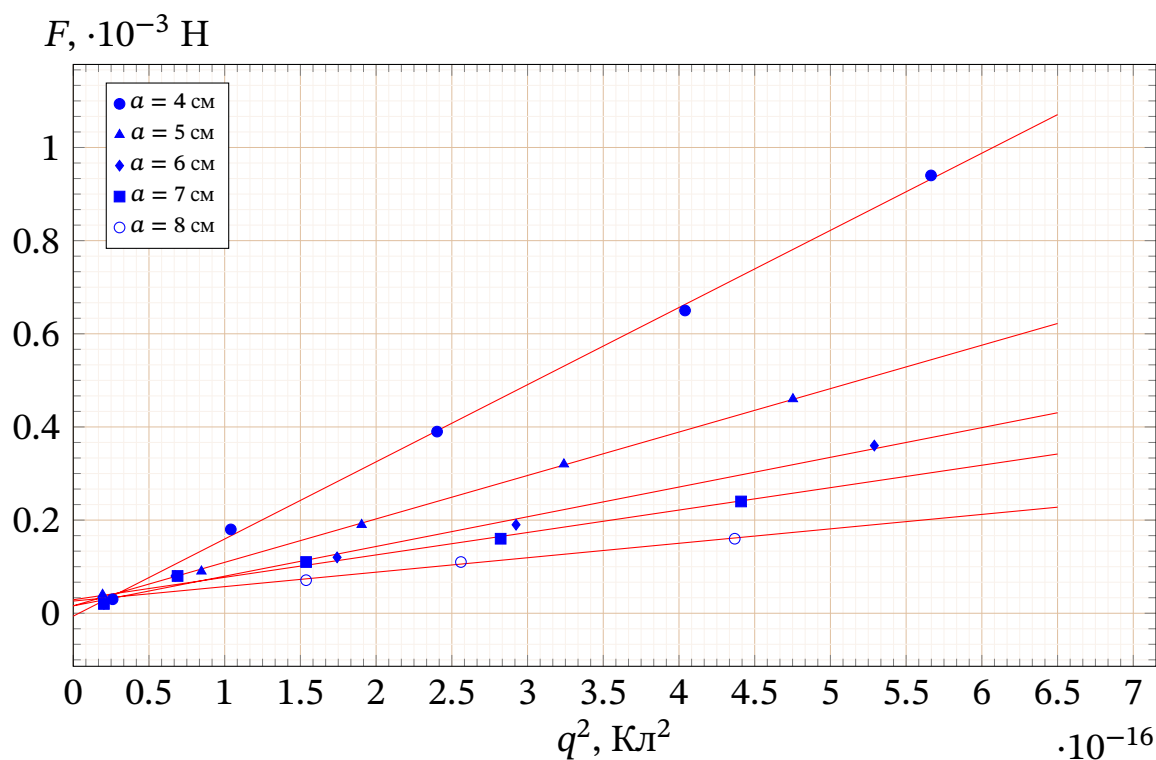


Рис. 1. Графік залежності F від q^2 .

Для більш точної нелінійної апроксимації за формулою $F = A \cdot q^2 \cdot q^{\sigma/2} + B$, будемо підбирати показник степеря σ самостійно, домагаючись найменшої похибки в значенні параметра A . В теорії, параметр $B = 0$, однак в нашому випадку він може містити інформацію про додаткові сили пружності з боку дрота, яким наша кулька під'єднана до джерела високої напруги та інші невраховані сили, які дають внесок в систематичну похибку.

З результатів апроксимації за формулою отримуємо наступні дані включені до табл. 2. Показник степеня $\sigma = 1 \cdot 10^{-4}$.

Таблиця 2. Результати апроксимації графіків 1

$1/a^2, \text{м}^{-2}$	$A = F/q^2, 10^{12} \text{ Н/Кл}^2$	$\Delta(F/q^2), 10^{12} \text{ Н/Кл}^2$	σ
625	1.66	0.03	$1 \cdot 10^{-4}$
400	0.93	0.01	$1 \cdot 10^{-4}$
278	0.64	0.04	$1 \cdot 10^{-4}$
204	0.48	0.05	$1 \cdot 10^{-4}$
156	0.31	0.03	$1 \cdot 10^{-4}$

На основі результатів апроксимації (табл. 2), побудуємо графіки (рис. 2).

$F/q^2, \cdot 10^{12} \text{ Н/Кл}^2$

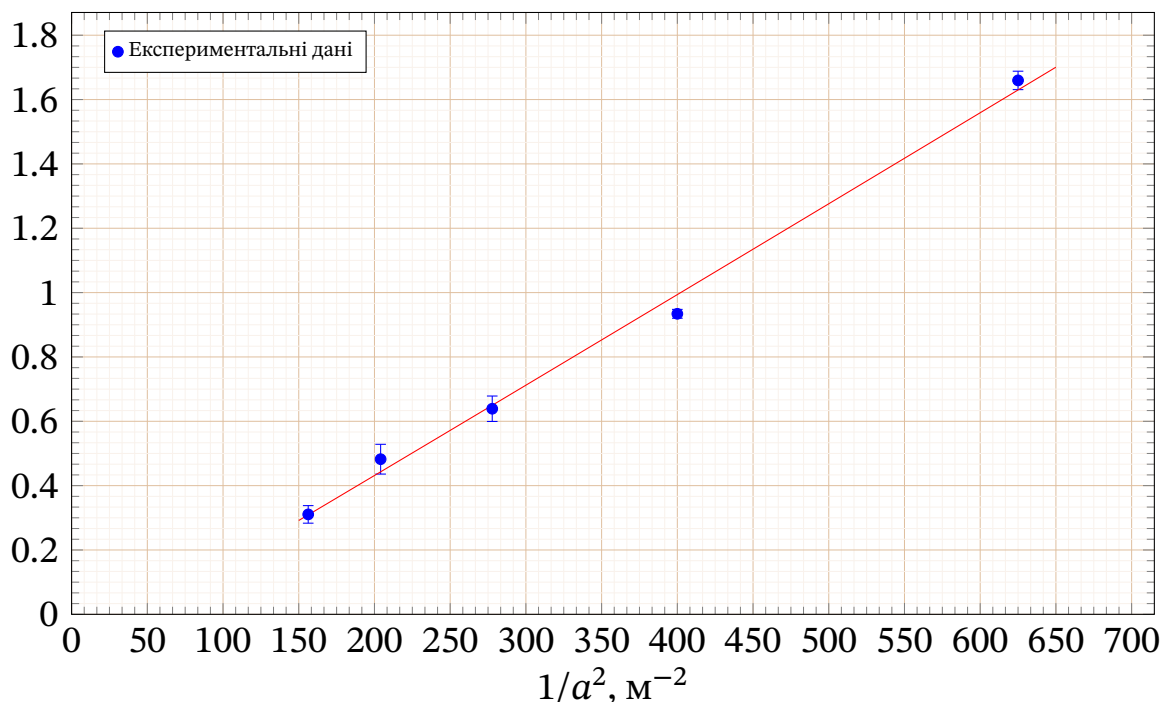


Рис. 2. Графік залежності F/q^2 від $1/a^2$.

Результати апроксимації графіка 2 за формулою $A = \frac{k}{4} \cdot (1/a^2) \cdot (1/a^2)^{\varepsilon/2}$ дають отримане значення $\varepsilon = 2 \cdot 10^{-2}$. Аналогічно, ми підбирали показник степеря ε самостійно, домагаючись найменшої похибки для k .

Для значення константи k результати апроксимації дають:

$$k = (10.5 \pm 0.5) \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \quad (1)$$

Табличне прецизійне значення

$$k = 8.9875517923(14) \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \quad (2)$$

Таким чином, відмінність нашого значення від табличного становить $\approx 17\%$.

Висновки

В результаті дослідів було перевірено закон Кулона. Встановлено, що сила взаємодії однойменних прямо пропорційна квадрату $F \propto q^{2+\sigma}$. Оцінка σ дає величину:

$$\sigma \leq 1 \cdot 10^{-4}.$$

Також було перевірено «закон обернених квадратів» $F \propto \frac{1}{r^{2+\varepsilon}}$. Оцінка ε дає величину:

$$\varepsilon \leq 2 \cdot 10^{-2}.$$

Для значення константи k результати апроксимації дають:

$$k = (10.5 \pm 0.5) \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

Табличне прецизійне значення

$$k = 8.9875517923(14) \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

Відмінність нашого значення від табличного становить $\approx 17\%$.

Для перевірки закону Кулона в нашій роботі ми користувались прямим методом, який має низьку точність, оскільки ефекти електростатичної індукції призводять до того, що заряди наводяться практично на всіх тілах, що оточуючих використовуваний прилад, а також, ці ефекти призводять до того, що заряд на кулькі розподілений нерівномірно. На точність також впливає і явище стікання електричного заряду з кульки. Однак, основна похибка обумовлена тим, що коромисло не вдається встановити в початкове положення, тобто визначити, коли нитка не закручена, бо цьому перешкоджає рух повітря навколо кульки.

Для більш точної перевірки закону «обернених квадратів» сьогодні користуються непрямыми методами, які полягають у вимірювання електричних потенціалів на концентричних сферах.