



Лабораторная работа №5
Определение удельного заряда электрона

Хафизов Фанис

16 апреля 2021 г.

1 Цель работы

Определить удельный заряд электрона с помощью катушек Гельмгольца.

2 Оборудование

Узкая электронно-лучевая трубка, катушки Гельмгольца, источник напряжения 300 В, регулируемый источник напряжения 0..300 В, цифровые мультиметры (2 шт), соединительные провода.

3 Порядок действий

1. Соберем экспериментальную установку.
2. Зафиксируем значение напряжения $U = 150$ В и снимем зависимость $r(I)$ радиуса пучка электронов от силы тока в катушках.
3. Зафиксируем силу тока в катушках равную $I = 1,5$ А и снимем зависимость $r(U)$ циклотронного радиуса электронов от ускоряющего напряжения.

4 Теоретическая зависимость

$$r(I, U) = \frac{R}{\mu_0 n} \sqrt{\frac{125}{32\gamma}} \frac{\sqrt{U}}{I} \quad (1)$$

Следовательно, зависимости $r(1/I)$ и $r(\sqrt{U})$ линейны.

5 Таблицы данных и графики

r , см	I , А	$1/I$, 1/А
2,0	3,37	0,297
2,5	2,67	0,375
3,0	2,2	0,455
3,5	1,89	0,529
4,0	1,62	0,617
4,5	1,43	0,699
5,0	1,27	0,787

Таблица 1: Зависимости $r(I)$ и $r(1/I)$

r , см	U , В	\sqrt{U} , \sqrt{B}
2,0	49	7,0
2,5	54	7,3
3,0	63	7,9
3,5	90	9,5
4,0	129	11,4
4,5	169	13,0
5,0	218	14,8

Таблица 2: Зависимости $r(U)$ и $r(\sqrt{U})$

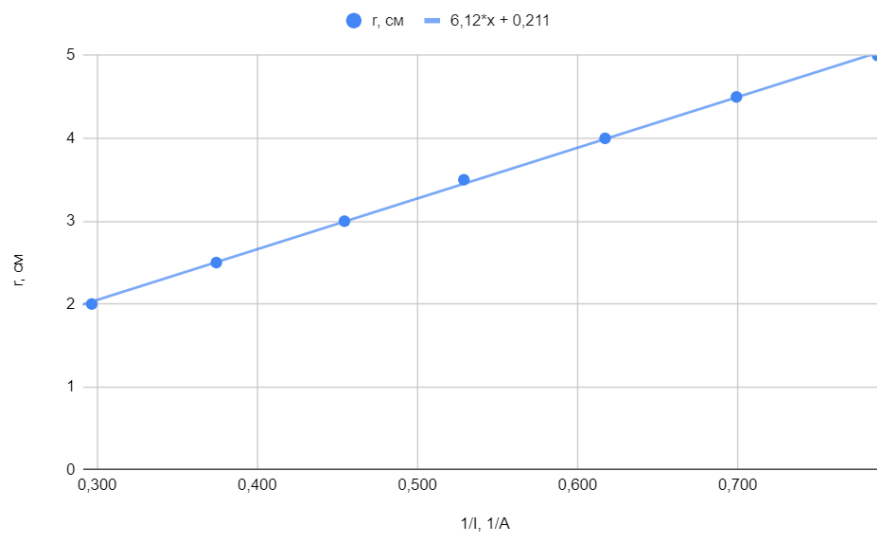


Рис. 1: График зависимости $r(1/I)$

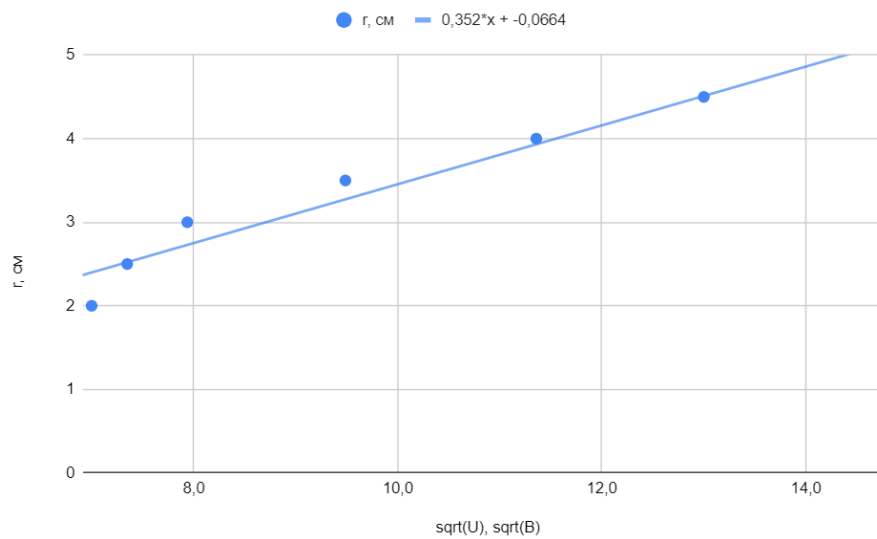


Рис. 2: График зависимости $r(\sqrt{U})$

Как можно заметить, в графике зависимости $r(\sqrt{U})$ первые две точки выбиваются из всей серии, что можно объяснить нестабильностью пучка электронов при малых значениях ускоряющего напряжения. Построим этот график без этих двух точек.

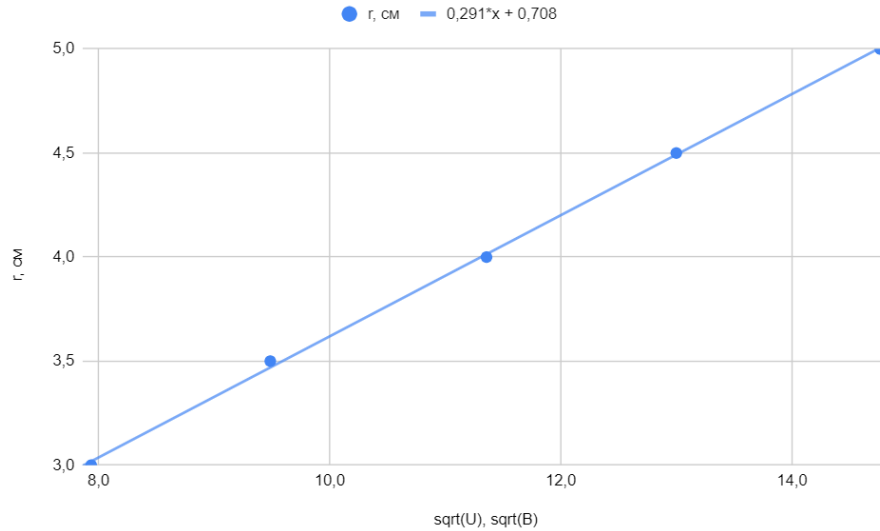


Рис. 3: График зависимости $r(\sqrt{U})$ без 2 точек

6 Расчеты

Из коэффициента наклона графика $r(1/I)$:

$$\alpha = 6,12 \text{ см} \cdot \text{А} = 6,12 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \text{А}$$

Из формулы (1):

$$\alpha = \frac{R}{\mu_0 n} \sqrt{\frac{125}{32\gamma}} \sqrt{U}$$

$$\gamma = \frac{125}{32} \left(\frac{R}{\alpha \mu_0 n} \right)^2 U = \frac{125}{32} \left(\frac{0,2}{6,12 \cdot 10^{-2} \cdot 1,26 \cdot 10^{-6} \cdot 154} \right)^2 \cdot 150 =$$

$$= 1,66 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/кг}$$

Коэффициент наклона графика $r(\sqrt{U})$:

$$\beta = 0,291 \text{ см}/\sqrt{B} = 0,291 \cdot 10^{-2} \text{ м}/\sqrt{B}$$

Из формулы (1):

$$\begin{aligned}
\beta &= \frac{R}{\mu_0 n I} \sqrt{\frac{125}{32\gamma}} \\
\gamma &= \left(\frac{R}{\mu_0 n I \beta} \right)^2 \cdot \frac{125}{32} = \left(\frac{0,2}{1,26 \cdot 10^{-6} \cdot 154 \cdot 1,5 \cdot 0,291 \cdot 10^{-2}} \right)^2 \cdot \frac{125}{32} = \\
&= 2,17 \cdot 10^{-11}
\end{aligned}$$