

Группа	Р3207	К работе допущен	
Студент	Путинцев Д. Д	Работа выполнена	1.05.2025
Преподаватель	_____Терещенко Г.В	Отчет принят	

## **Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.03**

---

### **Определение удельного заряда электрона**

---

## Цель работы

Определить удельный заряд электрона методом магнетрона

## Задачи, решаемые при выполнении работы

1. Провести измерения зависимости анодного тока  $I_a$  вакуумного диода от величины тока в соленоиде при различных значениях анодного напряжения.
2. Найти значения коэффициента связи между током соленоида и магнитным полем  $B$  внутри него.
3. Построить графики зависимостей  $I_a$  от  $B$  и определить по ним величины критических полей для каждого значения анодного напряжения.
4. По значениям критического поля найти величину удельного заряда электрона и оценить её погрешность.

## Объект исследования

Анодный ток в вакуумном диоде под действием магнитного поля соленоидной обмотки.

## Метод экспериментального исследования

Измерение анодного тока при измерении тока на соленоиде при различном напряжении на аноде.

## Рабочие формулы и исходные данные

Радиус анода:  $r_a = 3 \text{ мм} = 0.003 \text{ м}$

Диаметр катушки:  $d = 37 \text{ мм} = 0.037 \text{ м}$

Длина катушки:  $l = 36 \text{ мм} = 0.036 \text{ м}$

Число витков катушки:  $N = 1500$

Удельный заряд электрона:  $\frac{e}{m} = \frac{8U}{B_c^2 r_a^2}$ , где  $U$  — анодное напряжение,  $r = r_a$  и  $B = B_c$  —

критическое значение магнитной индукции (только в таком случае траектория электронов будет касательной к аноду).

Магнитное поле внутри соленоида конечной длины в СИ ( $\mu = 1.256637 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$ ):

$$B = \frac{\mu_0 I N}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$

## Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Мультиметр в режиме амперметра	Электронный	0 - 10 А	0.01 А
2	Мультиметр в режиме амперметра	Электронный	0 - 2 мА	0.1 мкА
3	Вольтметр	Электронный	9 - 13 В	0.1 В

## Схема установки

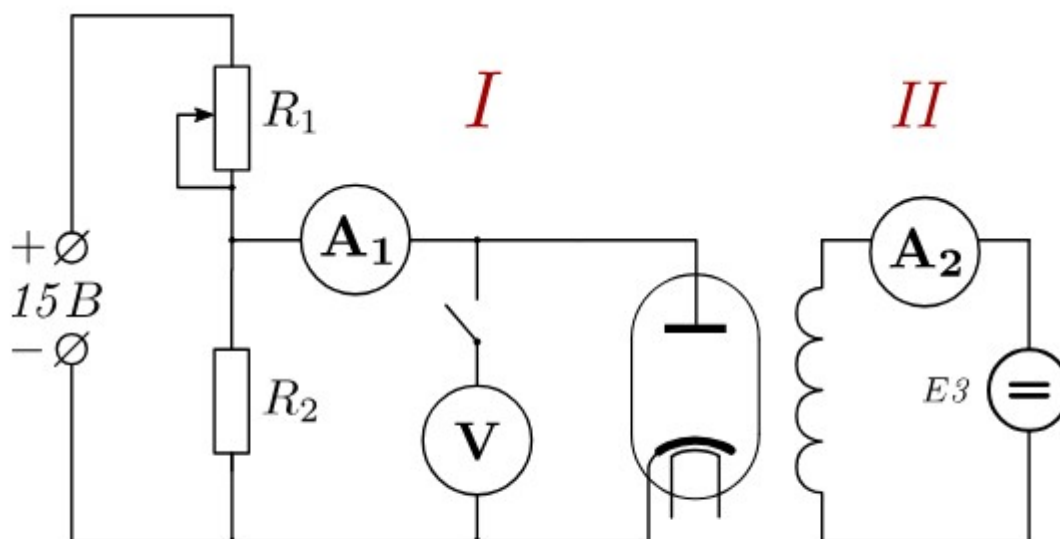


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема измерительного стенда  
(цепь питания накала катода не показана)

## Результаты прямых измерений и их обработки

Таблица 1: Зависимость напряжение  $U$  от тока в соленоиде

№ Опыт а	Анодное напряжение								
	U = 9 В			U = 10.5 В			U = 13.5 В		
	$I_L = 0$ мА	$I_a = 0.187$ мА	$I_a / I_L$	$I_L = 0$ мА	$I_a = 0.2335$ мА	$I_a / I_L$	$I_L = 0$ мА	$I_a = 0.328$ мА	$I_a / I_L$
1	50	0.186	0.0037	50	0.2323	0.004646	50	0.3273	0.006546
2	100	0.186	0.00186	100	0.2326	0.002326	100	0.3277	0.003277
3	150	0.1864	0.00124	150	0.2338	0.001559	150	0.3296	0.002197
4	200	0.1767	0.00088	200	0.2232	0.001116	200	0.3239	0.00162
5	250	0.1208	0.00048	250	0.1515	0.000606	250	0.241	0.000964
6	300	0.0760	0.00025	300	0.103	0.000343	300	0.1666	0.00056
7	350	0.0512	0.00015	350	0.0711	0.000203	350	0.1232	0.000352
8	400	0.0371	0.000093	400	0.0522	0.000131	400	0.0898	0.000225
9	450	0.0285	0.000064	450	0.0412	0.000092	450	0.0704	0.000156
10	500	0.0245	0.000049	500	0.0339	0.000068	500	0.0587	0.000117

U, В	$I_{L_{кр}}, \text{мкА}$	$B_{кр}, \text{мкТл}$	$e/m, \text{Кл/кг}$
9	0.1767	6451.92	$1.921 \cdot 10^{11}$

10.5	0.2232	8149.8	$1.4052 \cdot 10^{11}$
13.5	0.3239	11826.7	$0.85793 \cdot 10^{11}$

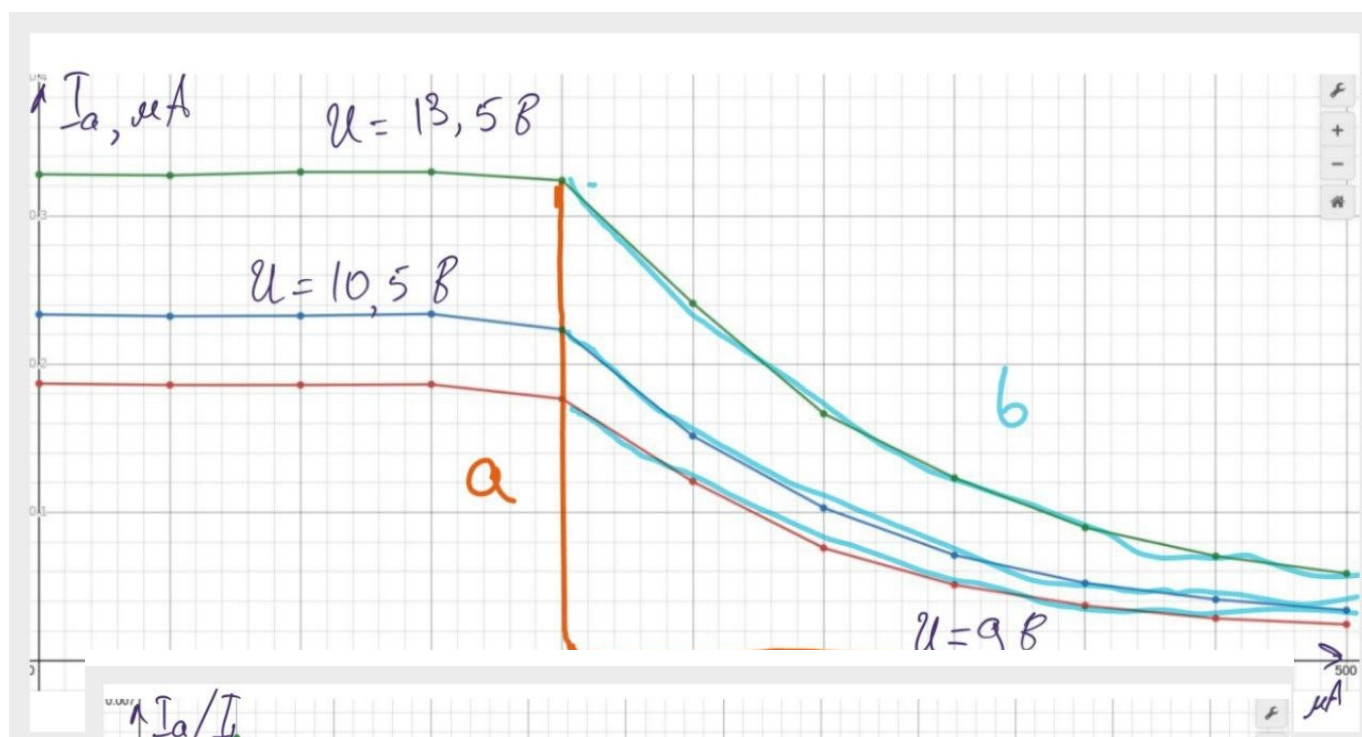
$$\frac{e}{m_{cp}} = (1.39471 \pm 0.2506) \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}, \text{ относительная погрешность: } \frac{0.2506}{1.39471} \cdot 100\% = 17.96\%$$

$$\frac{\Delta B_c^2}{\Delta U} = 1.1944 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

Табличное значение удельного заряда электрона

$$\frac{e}{m} = 1.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

## Графики



Граф

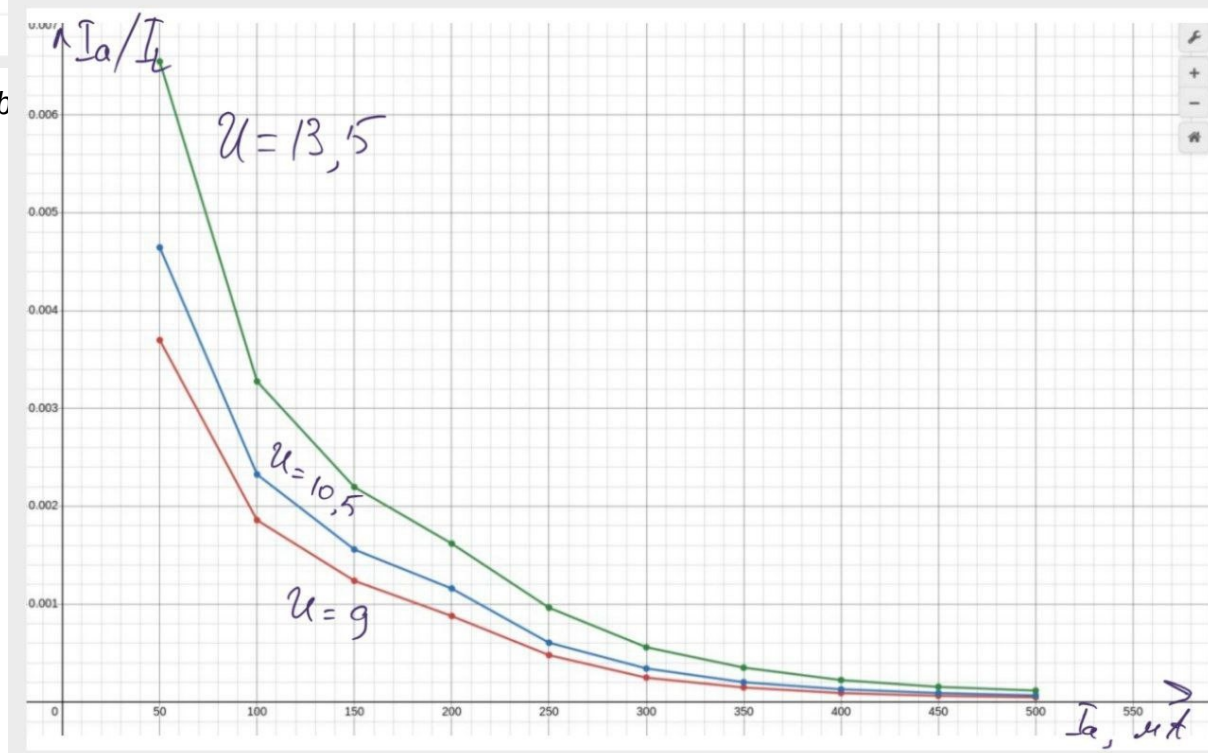




График зависимости  $\beta$  от анодного напряжения  $U$

## Выводы и анализ результатов работы

Экспериментальное значение удельного заряда электрона, полученное методом магнетрона, не совпадает с табличным, выходя за пределы доверительного интервала. Это расхождение, вероятно, вызвано эффектом пространственного заряда, который возникает из-за накопления электронов в диоде, как указано в методике. Наблюдается зависимость: при увеличении анодного напряжения экспериментальные данные приближаются к табличному значению. Это свидетельствует о том, что влияние пространственного заряда ослабевает при более высоких напряжениях.