

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский государственный  
университет аэрокосмического приборостроения".

Кафедра ЛЗ.

5 10.12.22  
Ру.

Отчёт  
защитён с оценкой  
Преподаватель:

доцент, канд. техн. наук

25.11.2022

М.Ю. Егоров

должность, уч. степень, звание подпись, дата инициалы, фамилия

Отчёт о лабораторной работе №10.

Определение удельного заряда электрона ( $\frac{e}{m}$ )

методом ~~Миллера~~ Миллера.  
по курсу: общая физика.

Миллер

Работу выполнил  
студент гр. С4136

М.Ю., 25.11.2022  
подпись, дата

Бабров И.С.  
инициалы, фамилия



$r_2 B_{кр} = \frac{\mu_0 N}{\sqrt{L^2 + D^2}} \cdot I_{кр}$ , где  $B_{кр}$  - критич. знач. магнитной индукции  
 $I_{кр}$  - критич. знач. силы тока,  $N$  - число витков в салекоиде,  
 $L$  - длина,  $D$  - диаметр,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Тл}{А}$  - магн. постоянная

$N_{шт}$	30,35	43,80
1	(1) $\frac{e}{m} \cdot 10^{12} \frac{Кл}{кг}$	(2) $\frac{e}{m} \cdot 10^{12} \frac{Кл}{кг}$
2	7,60	10,86
3	3,50	4,86
4	2,50	3,60
5	1,90	2,66
6	1,50	2,16
7	1,20	1,74
8	1,00	1,44
9	0,85	1,20
10	0,70	1,16

5) Пример вычисления:

$$1) \frac{e}{m} = \frac{8 \cdot 50}{(1,26 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (15-7) \cdot 10^{-5})^2 \cdot (1,8 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,2^2} = 30,35 \cdot 10^{12} \left( \frac{Кл}{кг} \right)$$

$$2) \frac{e}{m} = \frac{8 \cdot 75}{(1,26 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (15-7) \cdot 10^{-5})^2 \cdot (1,8 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,2^2} = 43,8 \cdot 10^{12} \left( \frac{Кл}{кг} \right)$$

$$3) B_{кр} = \frac{(1,26 \cdot 10^{-6}) \cdot 2006}{\sqrt{167 \cdot 10^{-5} \cdot 62 \cdot 10^{-3}}} = 0,025 Тл$$

6) Вычисление погрешностей:

$$\theta_{I_c} = 0,01 A$$

$$\theta_u = 0,25 B$$

$$\theta_n = 1 мм$$

$$I_{ср} = 0,82 A$$

Сист. погрешность:  $\left( \frac{e}{m} \right)$

$$\frac{e}{m} = \frac{\delta u}{\mu_0 (r_A - r_K)^2 n_0^2 I_c^2} \quad - \text{выходит из (1) и (2)}$$

$$\theta_{\frac{e}{m}} = \left( \left( \frac{e}{m} \right)'_u \cdot \theta_u + \left( \left( \frac{e}{m} \right)'_n \cdot \theta_n + \left( \left( \frac{e}{m} \right)'_{I_c} \cdot \theta_{I_c} \right) \right) \cdot 2$$



# Лабораторная №10.

## Определение удельного заряда электрона ( $\frac{e}{m}$ )

Методом Магнетрона. **магнетрон**

- 1) Цель работы: определение удельного заряда электрона (УЗЭ) с помощью эл. лампы, помещенной в магнитное поле (МП).
- 2) Описание лабораторной установки;

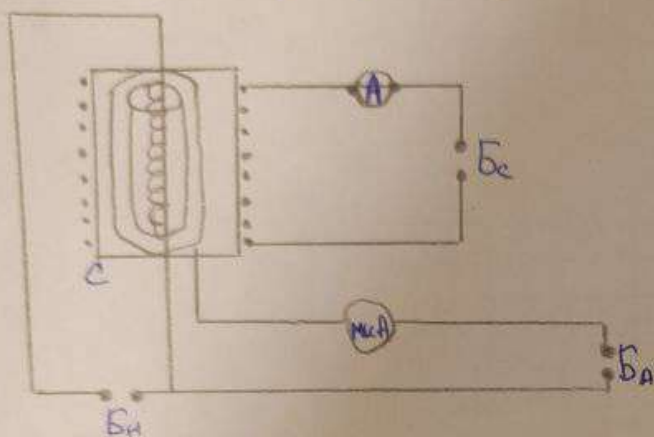


Схема установки

С - соленоид, внутри которого находится электронная лампа с катодом цилиндрической формы, расположенным максимально аноду и параллельно магнитным силовым линиям; Бс, Ба, Бн - источники питания соленоида, анода и ~~накала~~ накала соответственно; А - амперметр для контроля тока в соленоиде; мкА - микроамперметр для измерения тока в баллоне эл. лампы.

Изменение токов и подаваемого напряжения производится с помощью рукояток на клеммах источников питания. Источник питания Бс имеет 2 рукоятки для изменения тока: 1 - скачком через 3В; 2 - плавную в пределах каждого интервала шкалы 1 рукоятки.

### 3) Рабочие формулы:

УЗЭ рассчитывается по след. формуле:

$$\frac{e}{m} = \frac{8u}{\mu_0^2 (r_a - r_k)^2 n_0^2 I_c^2}, \text{ где } r_k - \text{радиус катода; } r_a - \text{радиус амперметра; } I_c - \text{сила тока в соленоиде, при котором анодный ток резко уменьшается; } n_0 - \text{число витков на единицу длины соленоида; } u - \text{разность потенциалов; } \mu_0 - \text{магнитная постоянная}$$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{A}$   
 $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{H}{A}$



$$\Theta_{\frac{e}{m}} = \left| \frac{8}{\mu_0^2 (r_n - r_k)^2 \cdot n_0^2 \cdot I_c^2} \right| \cdot \Theta_n + \left| \frac{16U}{\mu_0 (r_n - r_k)^3 \cdot n_0 \cdot I_c^2} \right| \cdot \Theta_n + \left| \frac{16U}{\mu_0^2 (r_n - r_k)^2 \cdot n_0^2 \cdot I_c^2} \right| \cdot \Theta_{I_c}$$

Вычисляем:

$$(1) \Theta_{\frac{e}{m}} = \left| \frac{8}{(1,26 \cdot 10^{-6})^2 \cdot ((15-7) \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1,8 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,82^2} \right| \cdot 0,25 \text{ (т)}$$

$$+ \left| \frac{16 \cdot 50}{(1,26 \cdot 10^{-6}) \cdot ((15-7) \cdot 10^{-3})^3 \cdot (1,8 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,82^2} \right| \cdot 1 \text{ (т)}$$

$$+ \left| \frac{16 \cdot 50}{(1,26 \cdot 10^{-6})^2 \cdot ((15-7) \cdot 10^{-3})^2 \cdot (1,8 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,82^2} \right| \cdot 0,01 = 0,018 \cdot 10^{12} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (0,02 \pm 0,02) \cdot 10^{12} \left( \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \right)$$

Аналогично для (2)  $\Theta_{\frac{e}{m}} = 0,019 \cdot 10^{12} \Rightarrow \frac{e}{m} = (1,23 \pm 0,02) \cdot 10^{12} \left( \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \right)$

2) Вывод:

В ходе ЛР мы определили УЗЭ при помощи эл. лампы, помещенный в МР:

$$\text{Для } U = 50 \text{ В: } \frac{e}{m} = (0,30 \pm 0,02) \cdot 10^{12} \left( \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \right)$$

$$U = 25 \text{ В: } \frac{e}{m} = (0,36 \pm 0,02) \cdot 10^{12} \left( \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \right)$$

$$\text{Тогда знач: } \frac{e}{m} \approx 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

$$2,2 \pm 3,2$$

$$(3,0 \pm 0,2) \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$$

Табл. знач. и полученные знач. ~~незначительно~~ отличаются в

связи с ~~некоторыми~~ погрешностями и округлением в процессе вычисления и измерения.

почему?



Протокол измерений.  
Лабораторная работа №10.

Определение удельного заряда электрона ( $\frac{e}{m}$ )

методом Махса-Рона.

Михайлова

Студент гр. 4136

Жукович Н.С.

Преподаватель

Жукович Н.С.

Егоров М.Ю.

Параметры приборов

Прибор	Тип	Цена деления	Предел измерений	Класс точности	Сист. погреш.
Вольтметр	M42301	15 В	0,5 В	2	0,25 В
Амперметр	M1001M	3 А	1 А	1,5	0,5 А

Миним.

Амперметр

0,01 мА

0,01 мА

20 мА

3

0,01 мА

$r_a = 6 \text{ мм}$ ;  $r_k = 0,3 \text{ мм}$ ;  $N = 2006 \text{ витков}$ ;  $L = 167 \text{ мм}$ ;  $i_{\text{ср}} = 62 \text{ мм}$

Результаты измерений

$I_{\text{ан}}, \text{А}$	0,5	1	1,5	2	2,5
$U_a = 10 \text{ В}$	2,61	0,38	0,01	0	0
$U_a = 35 \text{ В}$	3,96	2,72	0,05	0,01	0
$U_a = 100 \text{ В}$	5,48	5,05	0,16	0,03	0

подпись студента: МС

Дата: 06.10.2022

Подпись преподавателя:

Реш



График 1.

График зависимости

$I_A = f(I_C)$  при  $U_{A1} = 50$  В  
Критическая точка  $I_C = 0,4$

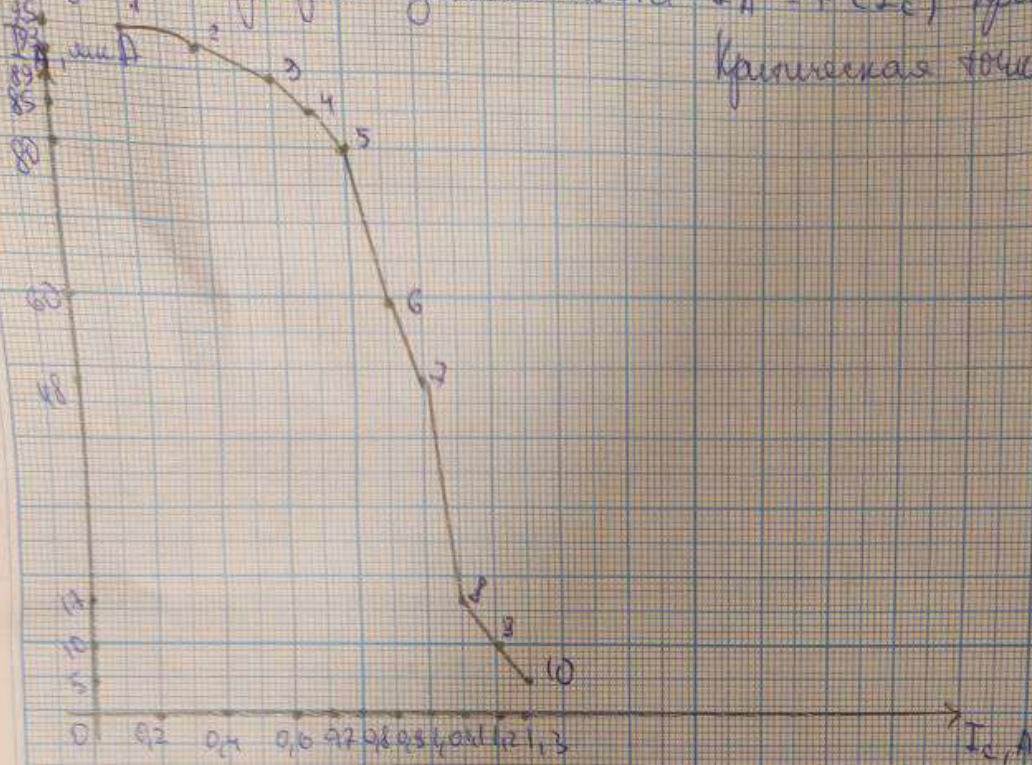


График 2.

График зависимости

$I_A = f(I_C)$  при  $U_{A2} = 25$  В  
Критическая точка  $I_C = 0,9$

