

Фрлов Е. ИУТ-35Б

Лабораторная работа Э-105. Измерение удельного заряда электрона

Цель работы: изучение движения заряженных частиц в электромагнитных полях и определение удельного заряда электрона.

Теоретическая часть.

Одним из фундаментальных свойств является удельный заряд электрона. Наиболее наглядным методом измерения данной величины является метод, основанный на зависимости траектории заряженной частицы от ее удельного заряда и характеристик полей.

Рассмотрим движение заряженной частицы с зарядом q и массой m в однородном статическом магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной под углом α к скорости \vec{v} , то по ЗСД:

$$\vec{F}_{\text{Лор}} = \vec{F}_{\text{м.пол}} \Leftrightarrow \frac{mv^2}{r} = qvB \sin \alpha$$



Разложим вектор скорости частицы на направление, совпадающее с направлением вектора

индуцированного магнитного поля $v_{\perp} = v \sin \alpha$; $v_{\parallel} = v \cos \alpha$

Максимальная составляющая силы Лоренца, действующая на частицу:

$$\vec{F}_0 = q[\vec{v}_{\perp}; \vec{B}]$$

Фрлов Е. ИУТ-35Б

Модуль этой силы $F_D = q v B \sin \alpha$ создает нормальное ускорение

$$a_n = \frac{F_D}{m} = \frac{q v B \sin \alpha}{m}$$

Радиус спирали $R = \frac{m}{q} \cdot \frac{v \sin \alpha}{B}$

Период обращения частицы по окружности радиуса R будет:

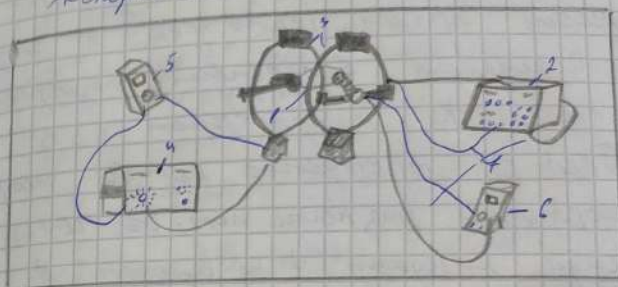
$$T = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi \frac{m}{q B \sin \alpha} = 2\pi \frac{m}{q B}$$

Круговая частота обращения частицы

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{q B}{m}$$

Направление закрутки вихровой линии опре-ца знаком заряда частицы.

Экспериментальная часть



1. Электронно-лучевая трубка
2. Блок питания лучевой трубки
3. Пара катушек Гельмгольца
4. Источник питания
5. Цифровой мультиметр #1
6. Цифровой мультиметр #2
7. Соединительные провода
8. Экран

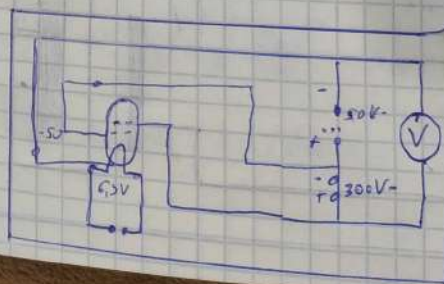
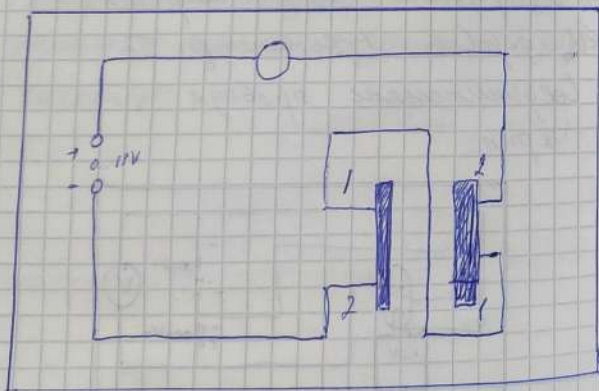


Схема подключения электровакуумной трубки. Термоэлектронная эмиссия происходит вследствие разогрева катода К напряжением 6,3 В. Обеспечивается требуемое кол-во электронов. Ускоряющая разность пот-ов 0,250 В между катодом К и анодом А создается источником питания 2 и фиксируется цифровым мультиметром 6.

Катушки Гельмгольца



	R=0,02 M		R=0,03		R=0,04 M		R=0,05 M	
U, В	I, А	e/n, Кл/К2	I, А	e/n, Кл/К2	I, А	e/n, Кл/К2	I, А	e/n, Кл/К2
100	1,49	0,7·10 ⁻¹¹	0,91	2,7·10 ⁻¹¹	-	-	-	-
120	1,71	1,1·10 ⁻¹¹	1,69	1,6·10 ⁻¹¹	1,4	1,8·10 ⁻¹¹	0,91	2,1·10 ⁻¹¹
140	2,91	1,2·10 ⁻¹¹	1,82	1,7·10 ⁻¹¹	1,54	1,9·10 ⁻¹¹	1,12	2,3·10 ⁻¹¹
180	4,19	5,8·10 ⁻¹¹	2,73	6,2·10 ⁻¹¹	2,03	6,3·10 ⁻¹¹	1,61	6,4·10 ⁻¹¹

$$\frac{e}{m} = \frac{125 U R_0^2}{32 \mu_0 n^2 I^2} \quad \mu_0 \approx 1,26 \cdot 10^{-6}$$

$$\angle \frac{e}{m} = 3,7 \cdot 10^{11} \frac{Кл}{Кг} \quad \text{Табл. 3 Кат. } 1,459 \cdot 10^{11} \frac{Кл}{Кг}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\epsilon (x_1 - x_2)^2}{n-1}} = 2,1 \cdot 10^{-11} \quad \frac{e}{m} = 3,7 \cdot 10^{11} \pm 2,1 \cdot 10^{11} \frac{Кл}{Кг}$$

Контрольные вопросы.

$$1. \quad v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$2. \quad eU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \Rightarrow w = \frac{eB}{m}, \text{ то}$$

$$T = \frac{2\pi m}{eB}, \text{ тогда } h = T v \cos \alpha = \frac{2\pi m v \cos \alpha}{m}$$

Фролов Е ИУ7-355б.

3. Систематическая и случайная погреш.
- человекский фактор
 - погрешности приборов
 - погрешность косвенных измерений и т.д.

Вывод: изучил движение зарядов в жидкостях, определил удельный заряд электролита и нашел погрешности отн-но табл. значений