

Отчет по лабораторной работе МодЭ – 02
ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ
В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ
И МАГНИТНОМ ПОЛЯХ

студента(ки) _____ гр. _____
Фамилия И.О.

ДОПУСК	ДАННЫЕ	РЕЗУЛЬТАТЫ
_____	_____	_____
дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя

Цель работы: изучение движения заряженной частицы в однородных стационарных параллельных электрическом и магнитном полях. Определение отношения заряда частицы к ее массе.

Краткое теоретическое содержание работы

Электрическое поле называется стационарным и однородным, если

Магнитное поле называется стационарным и однородным, если

Векторное уравнение движения частицы в параллельных электрическом и магнитном полях

Выбор системы координат:

ось ОУ направлена _____

Проекции вектора напряженности электрического поля на оси координат $E_x = \underline{\hspace{2cm}}$, $E_y = \underline{\hspace{2cm}}$, $E_z = \underline{\hspace{2cm}}$.

Проекции вектора магнитной индукции на оси координат

$$B_x = \underline{\hspace{1cm}}, \quad B_y = \underline{\hspace{1cm}}, \quad B_z = \underline{\hspace{1cm}}.$$

Начальное положение частицы

$$x(0) = \underline{\hspace{1cm}}, \quad y(0) = \underline{\hspace{1cm}}, \quad z(0) = \underline{\hspace{1cm}}.$$

Система скалярных уравнений, описывающих движение частицы

Решение:

При движении в параллельных электрическом и магнитном полях траекторией частицы является **винтовая линия** – трехмерная кривая, которую можно интерпретировать как **суперпозицию равномерного движения по окружности** (круговая составляющая) в плоскости XOZ , перпендикулярной вектору индукции магнитного поля, **и прямолинейного ускоренного движения** (линейная составляющая) в направлении оси OY , параллельной вектору напряженности электрического поля.

Угловая скорость движения по окружности $\omega =$

Период движения по окружности $T =$

Радиус винтовой линии $R =$

Ускорение прямолинейного движения $a_{np} =$

Отрезок кривой, который частица проходит за один полный оборот по окружности в плоскости XOZ , называют витком винтовой линии. **Полушаг винтовой линии** определяется смещением частицы в направлении OY , перпендикулярном плоскости XOZ за половину оборота (полувиток).

Расчет удельного заряда частицы
по длине полушага d винтовой линии:

$$\frac{q}{m} =$$

где $n =$ _____

Эксперимент

В данной работе с помощью средств компьютерной графики моделируется движения заряженной частицы во параллельных однородных, стационарных электрическом и магнитном полях.

Начальные данные

Вариант № _____

Частица	Заряд q , Кл	Масса m , кг

Упражнение 1. Изучение зависимости ШАГА ВИНТОВОЙ ЛИНИИ от напряженности электрического поля

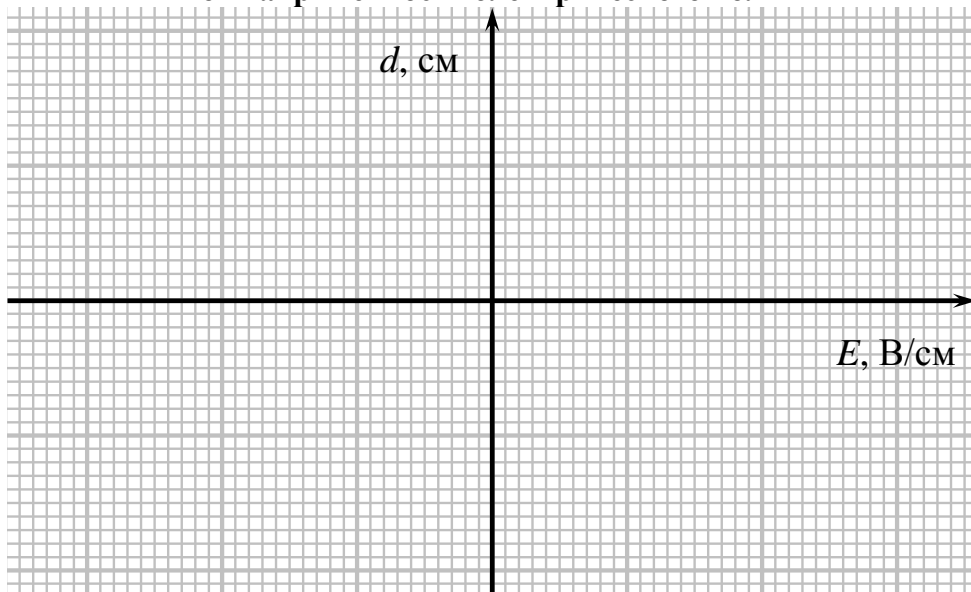
Индукция магнитного поля B , мТл	X-компонента начальной скорости v_x , км/с	Y-компонента начальной скорости v_y , км/с	Z-компонента начальной скорости v_z , км/с
		0	0

Напряженность электрического поля E , В/см		Номер n полувитка винтовой линии						
		0	1	2	3	4	5	6
200	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							
150	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							

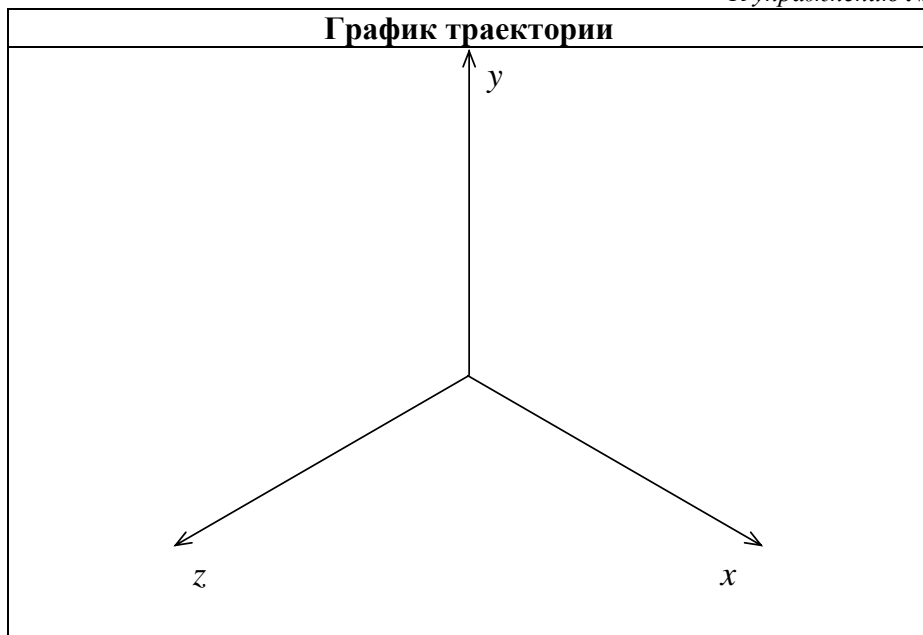
$E, \text{В/см}$		0	1	2	3	4	5	6
100	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							
50	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							
–50	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							
–100	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							
–150	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							
–200	Координата y , см	0						
	Полушаг винтовой линии d , см							
	q/m , Кл/кг							

Полушаг винтовой линии d вычисляется как разница между измеренными y -координатами:
 $d = y_n - y_{n-1}$

График зависимости длины полушага винтовой линии от напряженности электрического поля



К упражнению № 1



Зависимость координаты x от времени $x = x(t)$



Зависимость координаты y от времени $y = y(t)$



Зависимость координаты z от времени $z = z(t)$



К упражнению № 1

Упражнение 2. Изучение зависимости ШАГА ВИНТОВОЙ ЛИНИИ от индукции магнитного поля

Напряженность электрического поля E , В/см	X-компонента начальной скорости v_x , км/с	Y-компонента начальной скорости v_y , км/с	Z-компонента начальной скорости v_z , км/с
	0	0	

Индукция магнитного поля B , мТл		Номер n полувитка винтовой линии								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
150	Координата y , см	0								
	Полушаг винтовой линии d , см									
	q/m , Кл/кг									
125	Координата y , см	0								
	Полушаг винтовой линии d , см									
	q/m , Кл/кг									
100	Координата y , см	0								
	Полушаг винтовой линии d , см									
	q/m , Кл/кг									

B , мТл		0	1	2	3	4	5	6	7	8
75	Координата y , см	0								
	Полушаг винтовой линии d , см									
	q/m , Кл/кг									
50	Координата y , см	0								
	Полушаг винтовой линии d , см									
	q/m , Кл/кг									

Полушаг винтовой линии d вычисляется как разница между измеренными y -координатами:
 $d = y_n - y_{n-1}$

**График зависимости длины полушага винтовой линии
от индукции магнитного поля**

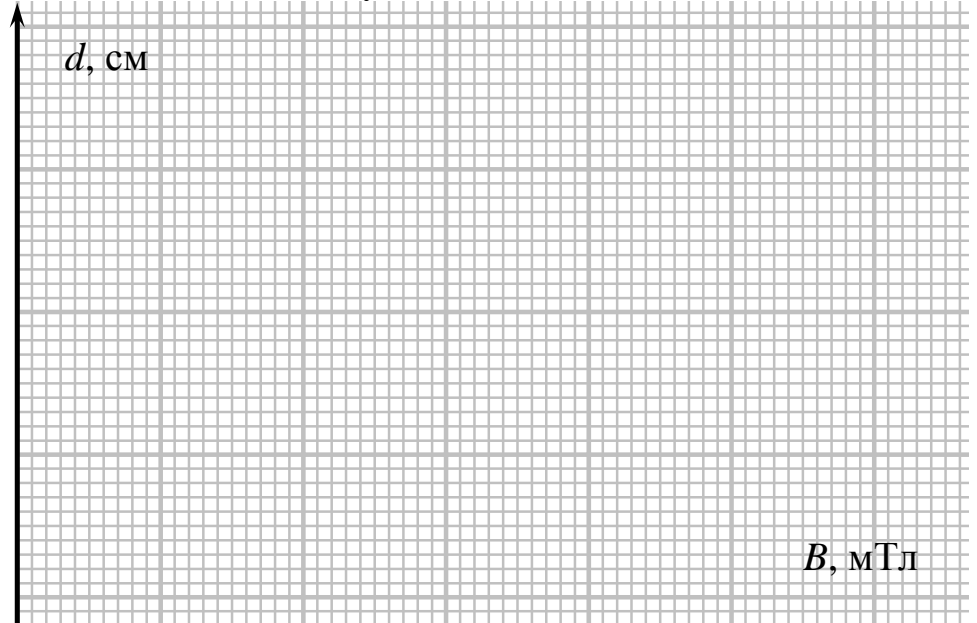
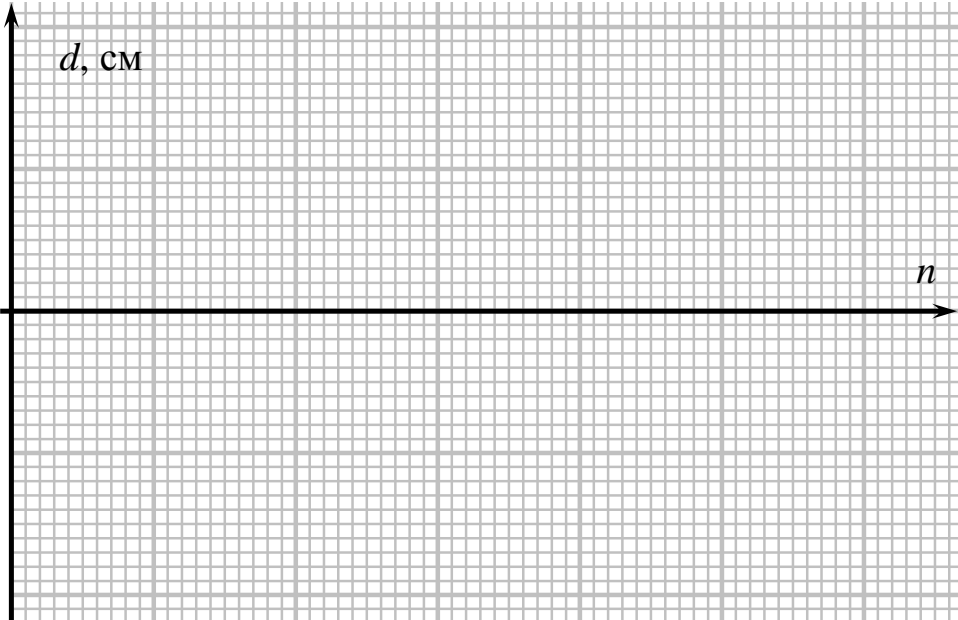


График зависимости длины полушага винтовой линии от номера витка винтовой линии



Упражнение 3. Изучение зависимости РАДИУСА ВИНТОВОЙ ЛИНИИ от модуля перпендикулярной составляющей начальной скорости частицы

Напряженность электрического поля E , В/см	Индукция магнитного поля B , мТл	Y-компонента начальной скорости u_y , км/с

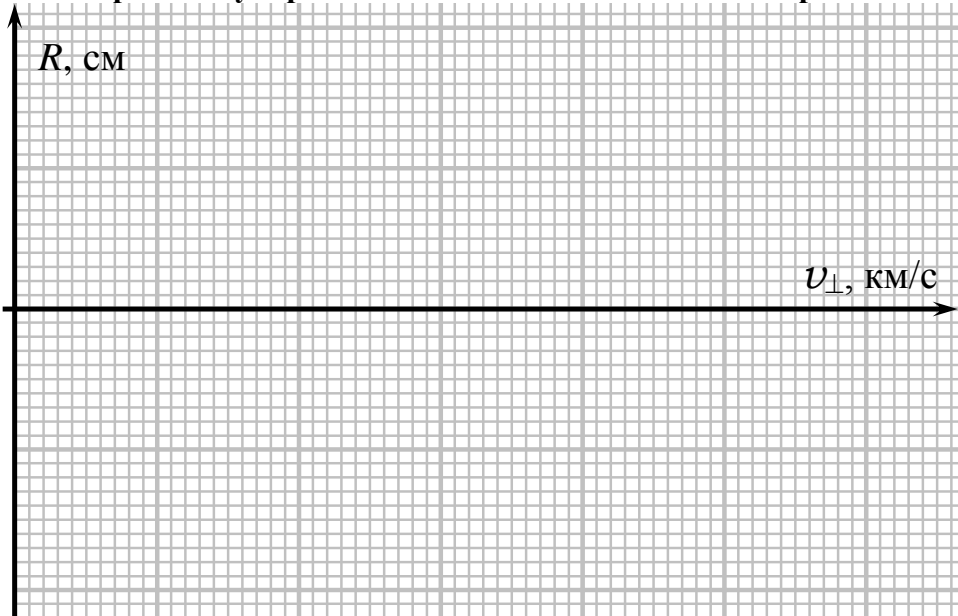
Перпендикулярная составляющая начальной скорости			Координаты частицы		**Радиус R , см	Тангенс угла наклона графика	Удельный заряд q/m , Кл/кг
u_x , км/с	u_z , км/с	* u_{\perp} , км/с	max, см	min, см			

$v_x, \text{ км/с}$	$v_z, \text{ км/с}$	$*v_{\perp}, \text{ км/с}$	max, см	min, см	**Радиус $R, \text{ см}$	Тангенс угла наклона графика	$q/m, \text{ Кл/кг}$

* $v_{\perp} = \sqrt{v_x^2 + v_z^2}$

**Радиус винтовой линии R вычисляется как разница между измеренными координатами: $R = (\text{max} - \text{min})/2$.

График зависимости радиуса вращательного движения от модуля перпендикулярной составляющей начальной скорости



Сравнение результатов

Среднее значение удельного заряда (отношения заряда частицы к ее массе) из экспериментов, выполненных в упражнениях 1 и 2

$$\left(\frac{q}{m} \right)_{cp} =$$

Значение удельного заряда (отношения заряда частицы к ее массе) из графика, построенного в упражнении 3

$$\left(\frac{q}{m} \right)_{gp} =$$

Теоретическое значение удельного заряда (отношения заряда частицы к ее массе) – из начальных данных

$$\left(\frac{q}{m} \right)_{теор} =$$

Выводы: _____
