

**Отчет по лабораторной работе МодЭ – 01**  
**ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ**  
**В ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ 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 взаимно перпендикулярных 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 во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях

Выбор системы координат:

ось OZ направлена \_\_\_\_\_

ось OY направлена \_\_\_\_\_

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

Проекция 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

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

Проекция начальной скорости на ось OZ

$$v_z(0) = \underline{\hspace{1cm}}.$$

Система скалярных уравнений, описывающих движение частицы

Решение:

Движение частицы представляет собой **суперпозицию движения по окружности** (круговая составляющая движения) в плоскости XOY, перпендикулярной вектору индукции магнитного поля, **и прямолинейного равномерного движения** (прямолинейная составляющая движения) в направлении оси OX, перпендикулярной и вектору напряженности электрического поля, и вектору индукции магнитного поля.

Угловая скорость движения по окружности  $\omega =$

Период движения по окружности  $T =$

Радиус окружности  $R =$

Скорость прямолинейного движения  $v_{np} =$

Частица движется по кривой, которая называется \_\_\_\_\_, которая имеет повторяющийся характер. Наименьший полностью повторяющийся фрагмент кривой (трохоиды, циклоиды) называют **витком трохойды (циклоиды)**.

**Расчет** периода  $T$  движения по круговой составляющей по смещению  $\Delta x$  вдоль оси OX за  $n$  витков циклоиды (трохоиды):

$$T =$$

**Расчет** удельного заряда частицы по периоду  $T$  движения по круговой составляющей движения частицы:

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

## Эксперимент

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

**Начальные данные**

Вариант № \_\_\_\_\_

Частица	Заряд $q$ , Кл	Масса $m$ , кг

### Упражнение 1. Изучение зависимости ПЕРИОДА круговой составляющей движения частицы от напряженности электрического поля

Начальная скорость частицы (км/с):

$v_x =$		$v_y =$		$v_z =$	0
---------	--	---------	--	---------	---

Напряженность электрического поля $E$ , В/см	Индукция магнитного поля $B$ , мТл	Количество целых витков циклоиды $n$	Смещение вдоль оси ОХ за $n$ витков циклоиды $\Delta x$ , см	*Период $T$ , мкс	**Удельный заряд $q/m$ , Кл/кг
200					
150					
100					
50					
–50					
–100					
–150					
–200					

$$*T = \frac{\Delta x B}{n E}$$

$$** \frac{q}{m} = \frac{2\pi}{BT}$$

**Выводы:** \_\_\_\_\_

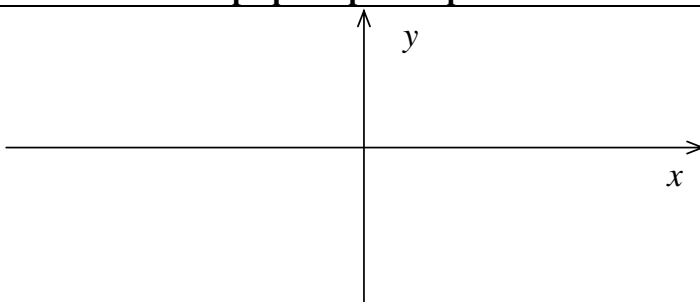
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

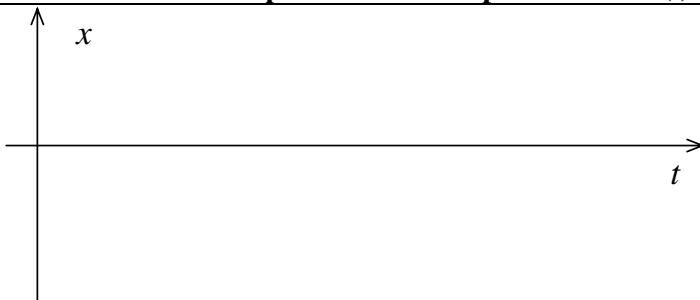
\_\_\_\_\_

*К упражнению № 1*

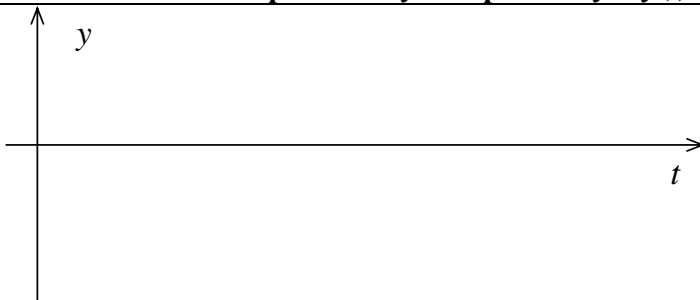
**График траектории**



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



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



## Упражнение 2. Изучение зависимости ПЕРИОДА круговой составляющей движения частицы от индукции магнитного поля

Начальная скорость частицы (км/с):

$v_x =$		$v_y =$		$v_z =$	0
---------	--	---------	--	---------	---

Напряженность электрического поля $E$ , В/см	Индукция магнитного поля $B$ , мТл	Количество целых витков циклоиды $n$	Смещение вдоль оси ОХ за $n$ витков циклоиды $\Delta x$ , см	*Период $T$ , мкс	**Удельный заряд $q/m$ , Кл/кг
	25				
	45				
	65				
	85				
	105				
	125				

$$*T = \frac{\Delta x B}{n E}$$

$$**\frac{q}{m} = \frac{2\pi}{BT}$$

**Выводы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

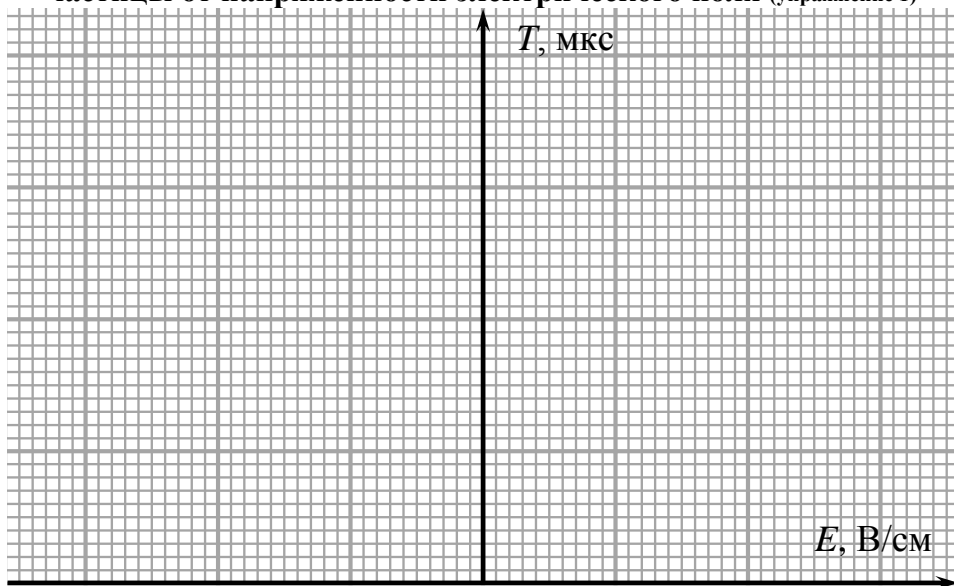
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

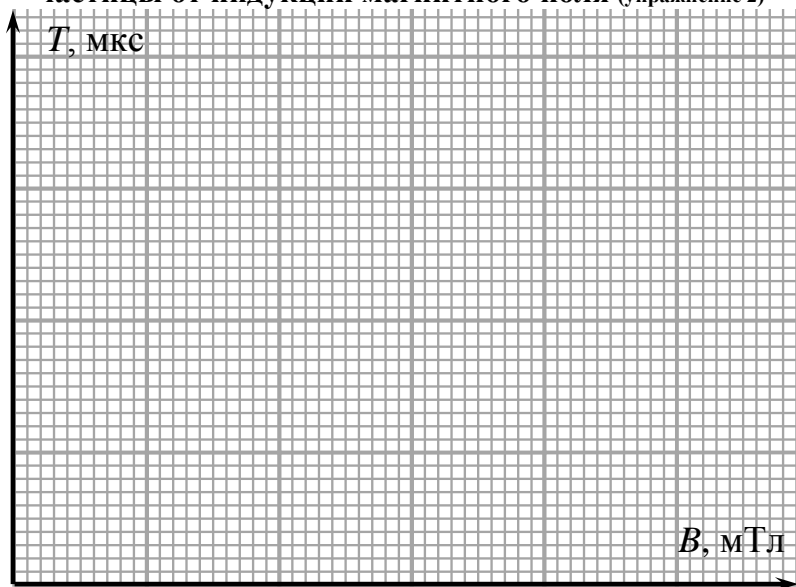
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**График зависимости периода круговой составляющей движения частицы от напряженности электрического поля (упражнение 1)**



**График зависимости периода круговой составляющей движения частицы от индукции магнитного поля (упражнение 2)**



### Упражнение 3. Изучение зависимости РАДИУСА круговой составляющей движения частицы от горизонтальной компоненты $v_x$ начальной скорости

Напряженность электрического поля $E$ , В/см		Индукция магнитного поля $B$ , мТл	
--	--	------------------------------------	--

Начальная скорость частицы		у-координаты частицы		*Радиус $R$ , см	Тангенс угла наклона графика	Удельный заряд $q/m$ , Кл/кг
$v_x$ , км/с	$v_y$ , км/с	$y_{\max}$ , см	$y_{\min}$ , см			
	0					

$$* R = (y_{\max} - y_{\min})/2$$

**Выводы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

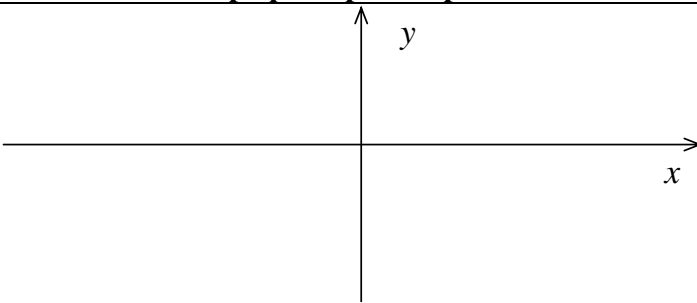
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

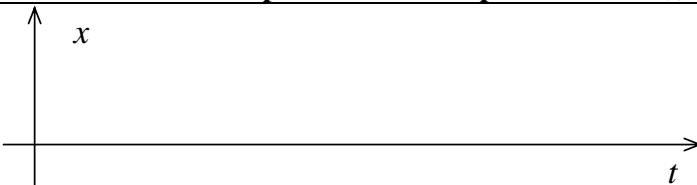
\_\_\_\_\_

К упражнению № 3

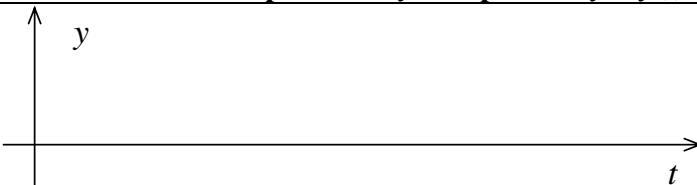
**График траектории**



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



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





**Упражнение 4. Изучение зависимости РАДИУСА круговой составляющей движения частицы от вертикальной компоненты  $v_y$  начальной скорости**

Напряженность электрического поля $E$ , В/см		Индукция магнитного поля $B$ , мТл			
Начальная скорость частицы		у-координаты частицы		*Радиус $R$ , см	Тангенс угла наклона графика
$v_x$ , км/с	$v_y$ , км/с	$y_{\max}$ , см	$y_{\min}$ , см		
100	1000				
	750				
	500				
	250				
	0				
	−250				
	−500				
	−750				
	−1000				

\*  $R = (y_{\max} - y_{\min})/2$

**Выводы:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

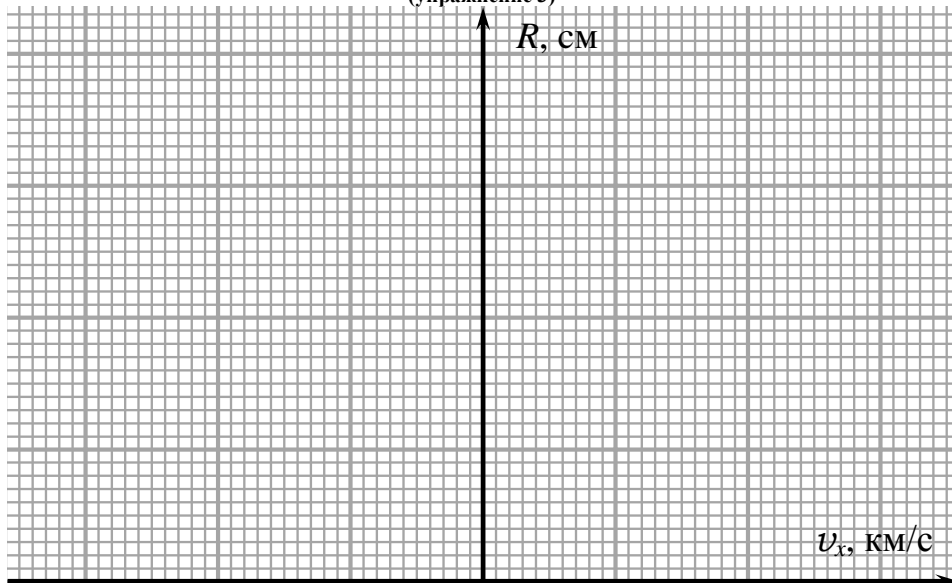
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

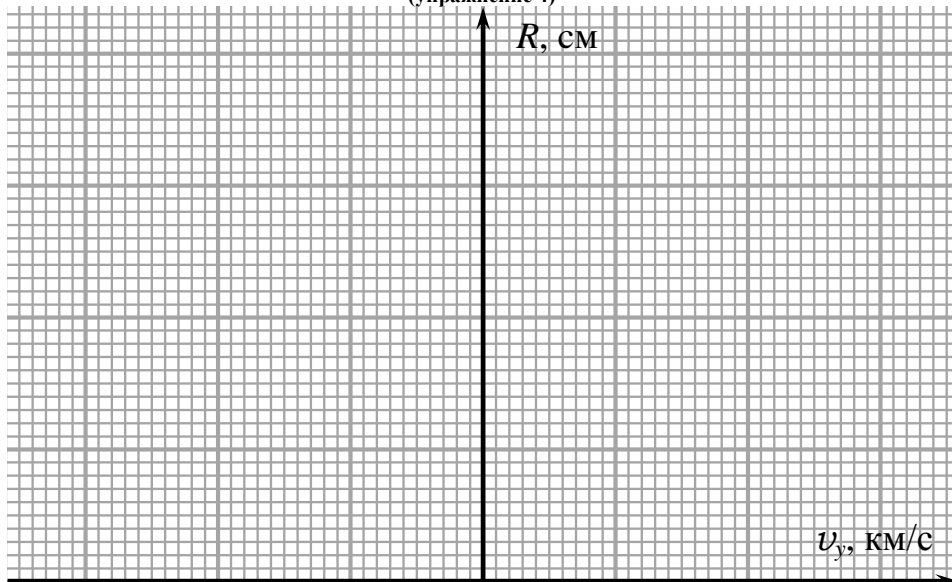
**График зависимости радиуса круговой составляющей движения частицы от горизонтальной компоненты  $v_x$  начальной скорости**

(упражнение 3)



**График зависимости радиуса круговой составляющей движения частицы от вертикальной компоненты  $v_y$  начальной скорости**

(упражнение 4)



### **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 графиков, построенных в упражнениях 3 и 4

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

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

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

**Выводы:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---