**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет ИТМО»**

Факультет информационных технологий и программирования

Моделирование 2

*Частица в конденсаторе*

**Выполнил студент группы № M3212**

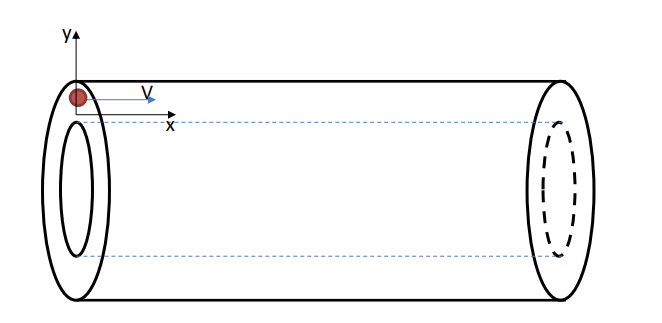
Пестриков Михаил Михайлович

**Подпись:**



Санкт-Петербург

2023



1) Цели работы:

Выполнить численное моделирование электрона в конденсаторе. При какой минимальной разности потенциалов, приложенной к обкладкам, электрон не успеет вылететь из конденсатора.

2) Задачи

Написать программу, для вычисления минимальной разности потенциалов и построения графиков зависимости высоты электрона от расстояния, скорости по y от времени, ускорения по y от времени, высоты от времени. Рассчитать время полета и конечную скорость электрона.

3) Теория

Скорость при равноускоренном движении

Изменение y

После преобразования системы уравнений

Теорема Гаусса

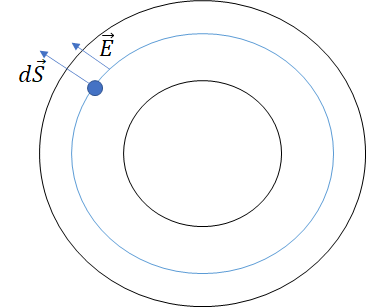
Напряженность электрического поля в цилиндрической системе координат

Линейная плотность заряда

5) Ход работы

Найдем напряженность электрического поля между обкладок цилиндрического конденсатора.

Так как расстояние от центра цилиндра до боковой поверхности везде одинаковое, напряженность – константа. По теореме Гаусса равен сумме зарядов, оказавшихся внутри



Тогда, напряженность поля -

Найдем разность потенциалов.

В цилиндрической системе координат напряженность электрического поля можно выразить как

Воспользуемся найденной ранее напряженностью поля, чтобы найти разность потенциалов

При r = R, где R – это радиус внешней обкладки,:

По теореме Гаусса, линейная плотность заряда

Выразим

Подставим в E(r)

На электрон внутри обкладок конденсатора действует сила

По второму закону Ньютона:

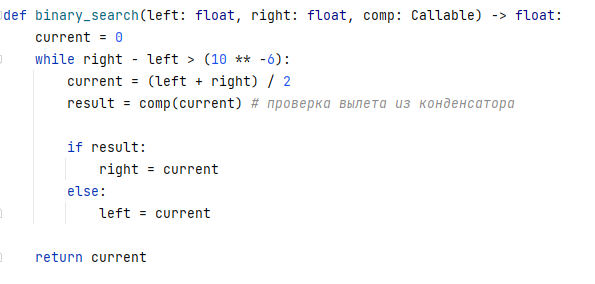
Перебором найдем такое значение минимальное разности потенциалов, при котором электрон не вылетает из конденсатора (с точностью до 6 знаков)

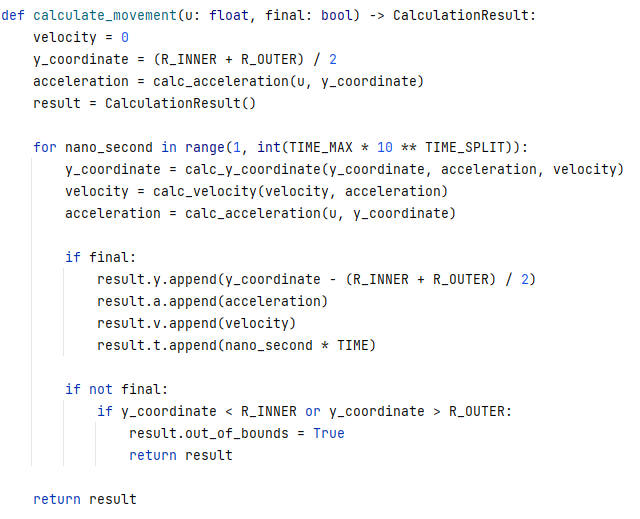
Используем бинарный поиск

Для этого условно разделяем время движения внутри конденсатора на наносекунд

В каждый момент вычисляем координату по y электрона, скорость и ускорение.

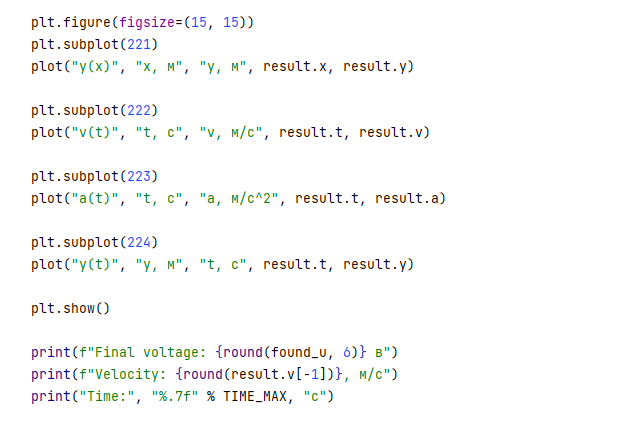
Если y находится вне одной из границ, то уменьшаем напряжение, если внутри границ, то увеличиваем

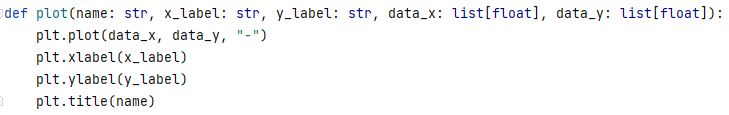


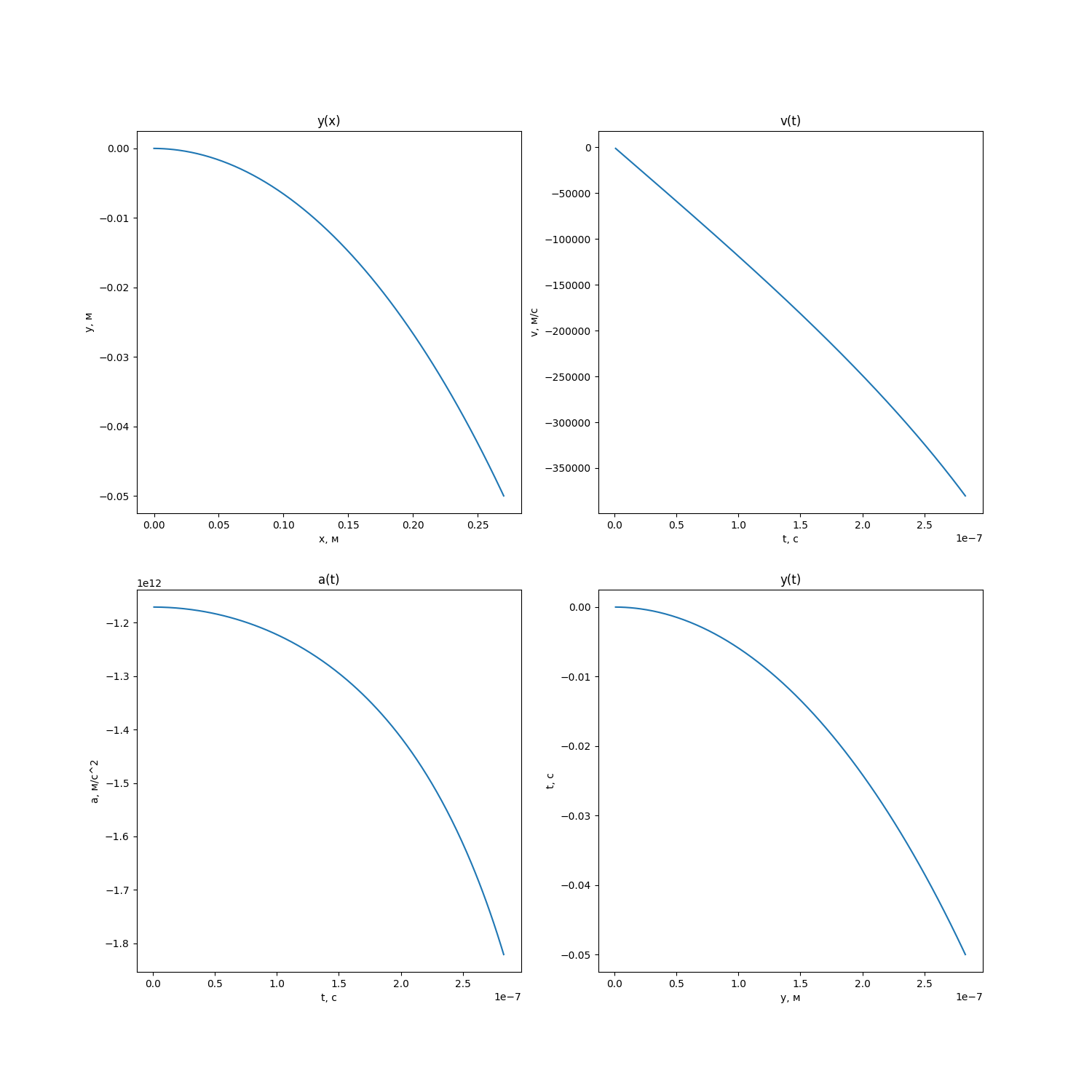


После того, как нашли подходящее значение U с точностью до 6 знаков, при котором электрон не вылетает из конденсатора, еще раз вычисляем значения y, a, v, и сохраняем их.

Строим графики и выводим итоговое время полета и конечную скорость электрона







6) Результаты

Final voltage: 0.696297 в

Velocity: -380339, м/с

Time: 0.0000003 с

7) Выводы

Было изучено поведение электрона в цилиндрическом конденсаторе