

Группа _____ М3111 _____ К работе допущен _____

Студент _____ Эседулаева З.А. _____ Работа выполнена _____

Преподаватель _____ Прохорова У.В. _____ Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по моделированию №2

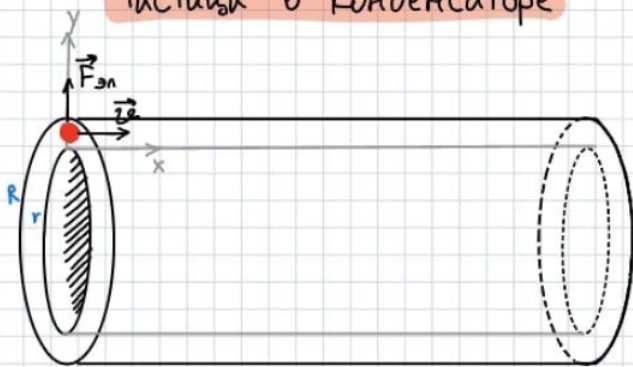
Частица в конденсаторе

Задача:

Электрон влетает в цилиндрический конденсатор с начальной скоростью V , посередине между обкладками, параллельно образующим цилиндра. При какой минимальной разности потенциалов, приложенной к обкладкам, электрон не успеет вылететь из конденсатора. Краевыми эффектами пренебречь.

Решение:

Эседулаева Зарина М3111 Моделирование 2.
Частица в конденсаторе



$R = 0,24 \text{ м}$	$U_{\min} - ?$	Графики $y(x), y(t)$ $a_y(t), v_y(t)$
$r = 0,115 \text{ м}$	$t_{\max} - ?$	
$V_0 = 7 \cdot 10^5 \text{ м/с}$	$V_{\text{кон}} - ?$	
$L = 0,32 \text{ м}$		

$$F_{эл} = |q \cdot E|$$

$$E = \frac{U}{R-r} \Rightarrow F_{эл} = \left| \frac{qU}{R-r} \right|$$

По II з-ну Ньютона:

$$F_{эл} = ma = \left| \frac{qU}{R-r} \right| \Rightarrow U = ma \frac{R-r}{q}$$

$$OY: \frac{R-r}{2} = \frac{a \cdot t_{\max}^2}{2}$$

$$a = \frac{R-r}{t_{\max}^2}$$

$$U = \frac{(R-r)^2}{m \cdot t_{\max}^2 \cdot q}$$

$$V_x, V_y: a = V_0 = \text{const}$$

$$\vec{V}_y = \vec{V}_{0y} + \vec{a}t \Rightarrow V_y = at$$

Тело не вылетит при

$$t = \frac{L}{V_x}$$

$$U_{\min} = \frac{m(R-r)^2 V_0^2}{q \cdot L^2}$$

$$V_{\text{кон}} = \sqrt{V_{x\text{кон}}^2 + V_{y\text{кон}}^2} = \sqrt{V_0^2 + \frac{V_0^2(R-r)^2}{L^2}}$$

Построение
графов

① $y(x)$:

$$\begin{cases} x(t) = V_0 t \\ y(t) = \frac{a t^2}{2} \end{cases}, \begin{cases} t = \frac{x(t)}{V_0} \\ y(x) = \frac{a x^2}{2 V_0^2} = \dots = \frac{0,610 \cdot x^2}{\text{'coeff'}} \end{cases}$$

in main.py

$$0 \leq x \leq x_{\text{end}}$$

② $y(t)$:

$$y(t) = \frac{a t^2}{2}, \quad a = \frac{R-r}{t_{\max}^2}$$

$$0 \leq t \leq t_{\max}$$

③ $a_y(t)$:

$$a_y(t) = \frac{R-r}{t_{\max}^2}$$

$$t = t_{\max} = \text{const}$$

④ $V_y(t)$:

$$V_y(t) = at$$

$$0 \leq t \leq t_{\max}$$

Код.

Задача построения графиков решена с помощью кода на python с подключенной библиотекой pandas. Программа вычисляет минимальную разность потенциалов, конечную скорость, конечное время и координаты, и на основе полученных значений строит четыре графика. Вся программа реализована в файле main.py, графики выводятся в новый charts.xlsx файл,

создающийся после каждого запуска кода.

Начальные условия:

```
4 L = 32 / 100 # m
5 dist = (24 - 11.5) / 100 # m
6 Vstart = 7 * pow(10, 5) # m/sec
7 m = 9.1 * pow(10, -31) # kg
8 q = -1.6 * pow(10, -19) # Кл
```

Решение задачи по выведенным выше формулам и нахождение коэффициента для графика $y(x)$, конечной координаты и значения ускорения для построения графиков:

```
10 tmax = L / Vstart
11 Umin = abs(m * dist ** 2 * Vstart ** 2 / (q * L ** 2))
12 Vend = math.sqrt(Vstart ** 2 + Vstart ** 2 * dist ** 2 / L ** 2)
13
14 koeff = dist / (2 * L ** 2)
15 xend = Vstart * tmax
16 accel = dist / tmax ** 2
```

Работа с Excel и построение графиков с помощью pandas:

```
18 # === excel shit ===
19
20 writer = pd.ExcelWriter('charts.xlsx', engine='xlsxwriter')
21
22 # graph y(t):
23 df1 = pd.DataFrame({'y': [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
24                     't': [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, round(tmax * 10 ** 7, 2)]
25                     })
26 for i in range(1, 9):
27     df1.loc[i, 't'] = df1.loc[i - 1, 't'] + 0.45
28 for i in range(10):
29     df1.loc[i, 'y'] = accel * df1.loc[i, 't'] ** 2 / 2
30
31 df1.to_excel(writer, sheet_name='Sheet1', index=False)
32
33 workbook = writer.book
34 worksheet = writer.sheets['Sheet1']
35
36 chart = workbook.add_chart({'type': 'line'})
37 chart.add_series({
38     'values': '=\Sheet1\!$A$2:$A$11',
39     'categories': '=\Sheet1\!$B$2:$B$11'
40 })
41
42 chart.set_x_axis({'name': 'time, sec * 10^7'})
43 chart.set_y_axis({'name': 'y, m'})
44 chart.set_legend({'position': 'none'})
45
46 worksheet.insert_chart('D2', chart)
```

Комментарии к коду:

23 - создание первого DataFrame с столбцами 'y' и 't', заполненными нулями

- 26-29 - заполнение значений y и t: t поделено на 10 частей от 0 до tmax, y вычисляется по формулам, приведенным выше
- 31 - сохранение датафрейма в таблице
- 36-40 - создание графа типа 'line' и присваивание необходимых ячеек для его построения
- 42-44 - настройка внешнего вида графа
- 46 - сохранение графа в ячейке D2

Все последующие графы выполнены соответствующим образом, полный код находится в репозитории.

Полученные графики:

