
Группа <u>М3112</u>	К работе допущен _____
Студент <u>Баатарцогт Анужин</u>	Работа выполнена <u>06/21/2020</u>
Преподаватель <u>Мейлахс Александр Павлович</u>	Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.01V

1. Цель работы.

Проверка основного закона динамики вращения. Проверка зависимости момента инерции от положения масс относительно оси вращения

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

Получение данных от Комсола. Обработка данных. Вычисление напряжённости во всех площади моделирования. Построение графика напряжённости с шагом 1мм. Сравнение двух модели.

3. Объект исследования.

Модель электростатического поля внутри плоского воздушного конденсатора.

4. Метод экспериментального исследования.

Измерение времени падения каретки при изменении массы каретки и изменении положения утяжелителей.

5. Измерительные приборы.

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип прибора</i>	<i>Используемый диапазон</i>	<i>Погрешность прибора</i>
1	COMSOL VLR 3.01	Виртуальный		

6. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\vec{E} = -\nabla V$$
$$E_x = -\frac{\partial \varphi}{\partial x} \approx -\frac{\Delta \varphi}{\Delta x}$$
$$E_y = -\frac{\partial \varphi}{\partial y} \approx -\frac{\Delta \varphi}{\Delta y}$$
$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

7. Схема установки (перечень схем, Приложение 1)

Задание 1:

Ring inner radius	1.3 [cm]	Ring outer radius	1.5 [cm]
Plane length, L	9 [cm]	Ring inner radius	1.3 [cm]
Distance between plane, d	6 [cm]	Plane length, L	9 [cm]
Relative permittivity, free space:	1	Distance between plane, d	9 [cm]
Applied voltage:	20 V	Relative permittivity, free space:	1
		Applied voltage:	20 V
Ring material	1	Relative permittivity:	1
	100	Electric conductivity (S/m)	100

Ring outer radius	1.5 [cm]	Ring outer radius	1.5 [cm]
Ring inner radius	1.3 [cm]	Ring inner radius	1.3 [cm]
Plane length, L	0.5 [cm]	Plane length, L	0.5 [cm]
Distance between plane, d	6 [cm]	Distance between plane, d	9 [cm]
Relative permittivity, free space:	1	Relative permittivity, free space:	1
Applied voltage:	20 V	Applied voltage:	20 V
Ring material	1	Relative permittivity:	1
	100	Electric conductivity (S/m)	100

Ring outer radius	1.5 [cm]	Ring inner radius	1.3 [cm]
Ring inner radius	1.3 [cm]	Plane length, L	10 [cm]
Plane length, L	10 [cm]	Distance between plane, d	9 [cm]
Distance between plane, d	6 [cm]	Relative permittivity, free space:	1
Relative permittivity, free space:	1	Applied voltage:	20 V
Applied voltage:	20 V	Ring material	1
Ring material	1	Relative permittivity:	1
	100	Electric conductivity (S/m)	100

Ring outer radius	1.5 [cm]	Ring inner radius	1.3 [cm]
Ring inner radius	1.3 [cm]	Plane length, L	10 [cm]
Plane length, L	10 [cm]	Distance between plane, d	9 [cm]
Distance between plane, d	6 [cm]	Relative permittivity, free space:	1
Relative permittivity, free space:	1	Applied voltage:	20 V
Applied voltage:	20 V	Ring material	1
Ring material	1	Relative permittivity:	1
	100	Electric conductivity (S/m)	100

Задание 2:

Ring material	1	Relative permittivity:	1
	1e9	Electric conductivity (S/m)	1e9

Задание 3:

Ring material	5	Relative permittivity:	5
	1e9	Electric conductivity (S/m)	1e9

8. Результат прямых измерений и их обработки (Таблицы примеров и их расчётов)

Данные о распределении потенциала по координатам точки. Всего 18 файлов получили.

Например:

% x	y	V2 (V)
1.3988104812976685		0.9792290967716513
10.57311427563498-0.24512169794649954i		

9. Расчёт результатов косвенных измерений: Python

Код вычисления E в точке P(x,y):

```
import math
import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

def Get_data(Path1):
    with open(Path1) as f:
        data_ = f.readlines()[9:]

    data1 = []
    for i in data_:
        x, y, v = i.split()
        x, y = float(x), float(y)
        v = complex(v.replace('i', 'j')).real

        data1.append([x, y, v])
    return data1

def E(x, y, data):
    return math.sqrt(find_P(x, y, data, 0) ** 2 + find_P(x, y, data, 1) ** 2)

def lenP(d, x, y):
    return math.sqrt((d[0] - x) ** 2 + (d[1] - y) ** 2)

def find_P(x, y, data, typ = 0): # typ = 0 means x, typ = 1 means y
    if typ:
        minP = min([i for i in data if i[typ] < y], key = lambda d: lenP(d, x, y))
        maxP = min([i for i in data if i[typ] > y], key = lambda d: lenP(d, x, y))
    else:
        minP = min([i for i in data if i[typ] < x], key = lambda d: lenP(d, x, y))
        maxP = min([i for i in data if i[typ] > x], key = lambda d: lenP(d, x, y))

    return (maxP[2] - minP[2]) / (maxP[typ] - minP[typ])
```

Данные будут онлайн google drive и вместе в rar файле для отчёта:

<https://drive.google.com/drive/folders/1uItNXAn3YAdSCftEyZG9gW0Zyvx2hSCy?usp=sharing>

10. Код для создания контурного графа (countourf)

```
for part in range(1, 4):
    for d in range(1, 7):
        Path = f'./lab 3.1/part{part}/{part}-{d}.txt'
        data1 = Get_data(Path)
        minX, maxX = min(data1, key = lambda x: x[0])[0], max(data1, key = lambda x: x[0])[0]
        minY, maxY = min(data1, key = lambda x: x[1])[1], max(data1, key = lambda x: x[1])[1]
        x = np.linspace(minX + 0.1, maxX - 0.1, int((maxX - minX) * 10) - 2)
        y = np.linspace(minY + 0.1, maxY - 0.1, int((maxY - minY) * 10) - 2)
        A1, res = [], []
        for i in x:
            cur = []
            for j in y:
                z = E(i, j, data1)
                res.append(z)
                cur.append(z)
            A1.append(cur)
        Z = np.array(A1)
        res = np.array(res)
        graph = plt.contourf(x, y, Z.T,
                             np.linspace(np.percentile(res, 25), np.percentile(res, 75), 200),
                             linestyle=None, extend='both',
                             cmap = 'coolwarm')

        plt.colorbar(graph)
        for c in graph.collections:
            c.set_edgecolor("face")

        plt.savefig(f'./lab 3.1/part{part}/{part}-{d}.png')
        plt.clf()
```

11. Сравнение полученного графа с графой из моделирований

$L > 10d, R \ll d$

$L > 10d, R = d / 4$

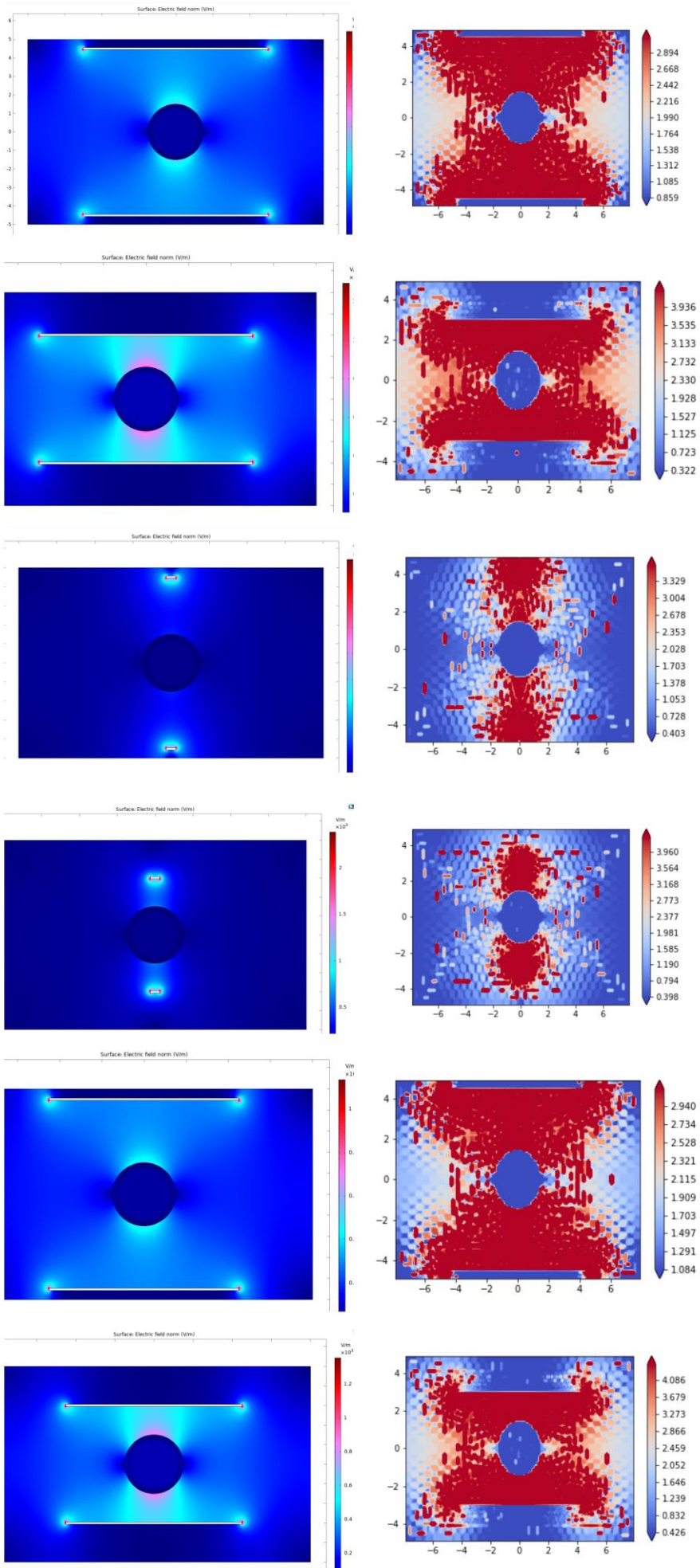
$L = d / 10, R \ll d$

$L = d / 10, R = d / 4$

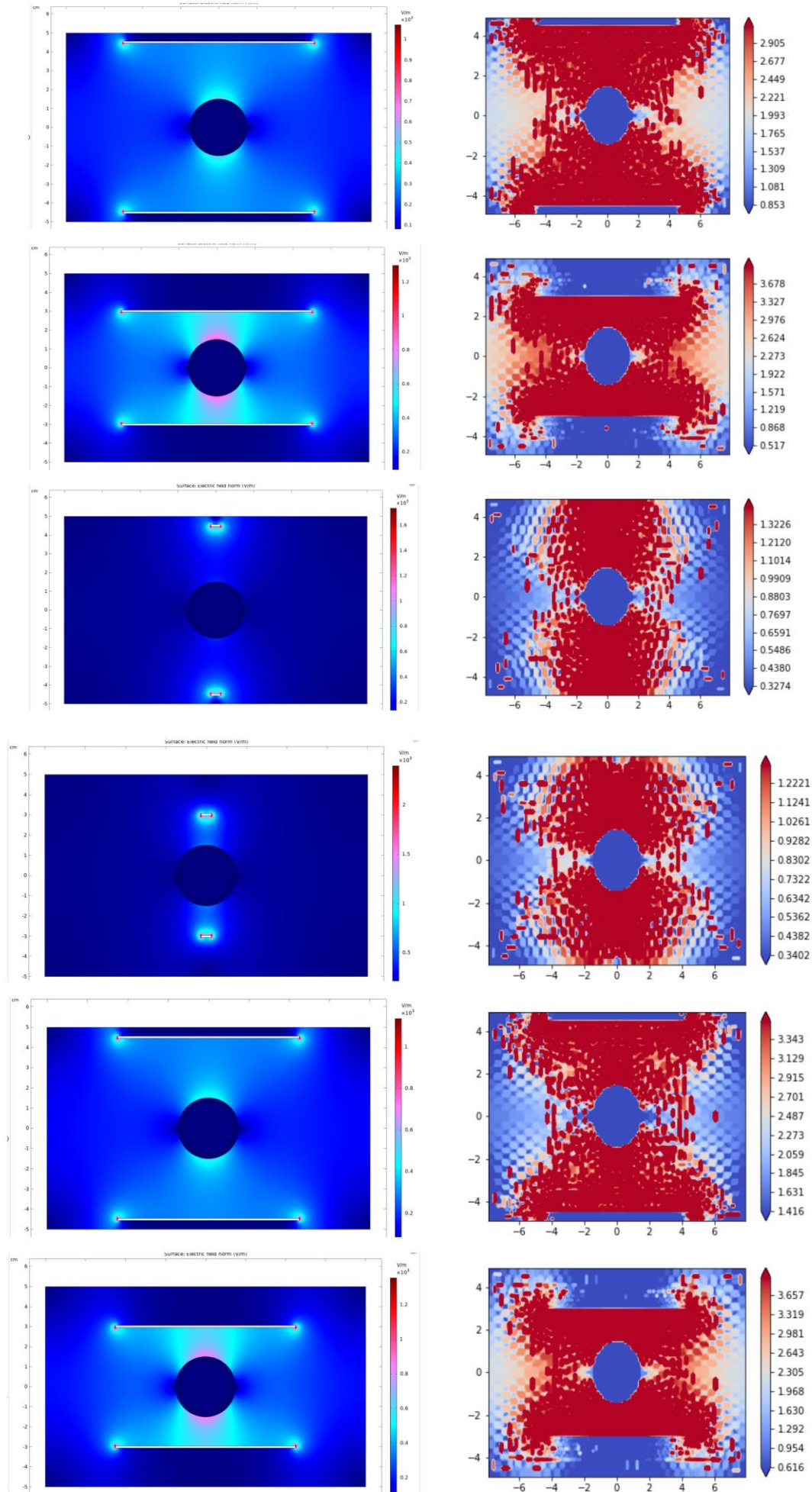
$L = d, R \ll d$

$L < d, R = d/4$

PART 1



PART 2 (Electric conductivity = $1e9$)



PART 3(Relative permittivity = 5)

