

## Лабораторная работа 4.2.2

### Интерферометр Жамена

```
In [4]: import numpy as np
import scipy as ps
import pandas as pd
import math
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
```

#### Калибровка компенсатора

Выполним калибровку компенсатора, выделив узкий интервал длин волн с помощью светофильтра.

```
In [5]: data1 = pd.read_excel('lab-422.xlsx', 'table-1')
pd.DataFrame(data1)
```

Out[5]:

	$z_m$ , мм
0	15.27
1	15.31
2	15.36
3	15.42
4	15.47
5	15.52
6	15.57
7	15.64
8	15.69
9	15.74
10	15.79

```
In [6]: l = 100      # Длина кюветы (мм)
Lambda = 650 # Длина волны (нм)
```

По полученным значениям построим калибровочный график  $z_m = f(m)$ .

```

In [8]: x1 = np.array(range(11))
        y1 = np.array(data1.values[:, 0], dtype = float)

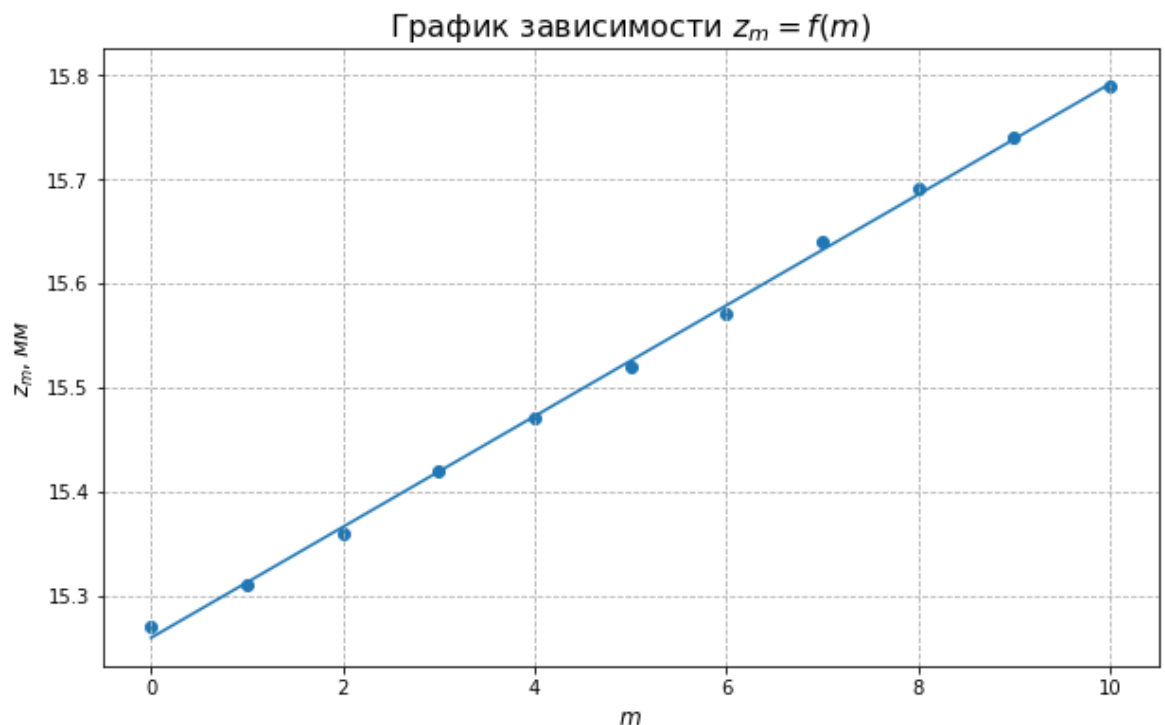
        k1, b1 = np.polyfit(x1, y1, deg = 1)

        plt.figure(figsize = (10, 6))
        plt.title('График зависимости $z_m = f(m)$', fontsize=16)
        plt.ylabel('$z_m$, мм', fontsize=12)
        plt.xlabel('$m$', fontsize=12)

        plt.scatter(x1, y1)
        plt.plot(x1, x1 * k1 + b1)
        plt.grid(linestyle = '--')

        plt.show()

```



```

In [9]: print('k1 =', k1, 'мм', '\nb1 =', b1, 'мм')

k1 = 0.053181818181818497 мм
b1 = 15.259545454545451 мм

```

Рассчитаем среднее расстояние между соседними интерференционными полосами.

```

In [10]: distance = 0
         for i in range(10):
             distance += math.fabs(y1[i] - y1[i + 1])
         distance /= 11
         print(distance, 'мм')

0.04727272727272724 мм

```

## Зависимость $\delta n$ от $P$ воздуха

Снимем зависимость показаний компенсатора  $\Delta z$  от перепада давлений  $\Delta P$  и построим по полученным данным график  $\Delta z = f(\Delta P)$ .

```
In [11]: data2 = pd.read_excel('lab-422.xlsx', 'table-2')  
pd.DataFrame(data2)
```

Out[11]:

	$\Delta P, \text{мм}H_2O$	$z, \text{мм}$
0	-100	15.27
1	0	15.26
2	150	15.22
3	300	15.19
4	450	15.15
5	-250	15.32
6	-350	15.34
7	-500	15.38
8	-650	15.40
9	-750	15.43
10	-850	15.45

```

In [12]: x2 = np.array(data2.values[:, 0], dtype = float)
y2 = np.array(data2.values[:, 1], dtype = float)
y2 = np.array([each - b1 for each in y2])

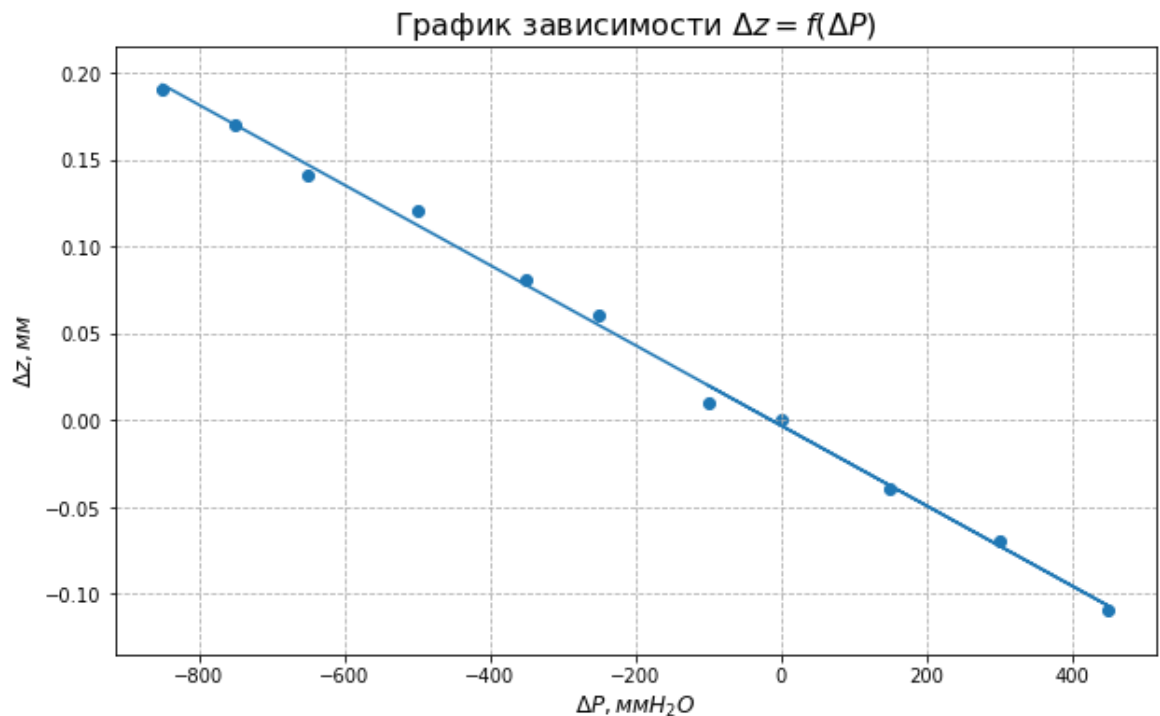
k2, b2 = np.polyfit(x2, y2, deg = 1)

plt.figure(figsize = (10, 6))
plt.title('График зависимости  $\Delta z = f(\Delta P)$ ', fontsize=16)
plt.ylabel('$\Delta z, \text{мм}$', fontsize=12)
plt.xlabel('$\Delta P, \text{мм H}_2\text{O}$', fontsize=12)

plt.scatter(x2, y2)
plt.plot(x2, x2 * k2 + b2)
plt.grid(linestyle = '--')

plt.show()

```



```

In [13]: print('k2 =', k2)

k2 = -0.00023076550387596872

```

Используя формулу  $\delta n = \frac{\Delta}{l} = m \frac{\lambda}{l}$ , где  $m$  – число полос, на которые сместилась картина, перейдем от делений компенсатора  $\Delta z$  к величине  $\delta n$ .

$\delta n = \frac{\Delta z}{d} \frac{\lambda}{l}$ ,  $d$  – расстояние между соседними полосами

Следовательно,  $\frac{\delta n}{\Delta P} = \frac{\Delta z}{\Delta P} \frac{\lambda}{dl}$ .

```
In [14]: result = math.fabs(k2 * Lambda * 10**(-6) / (distance * l * (10**(-2) * 1.0197)))
print(result, '1/Б')
3.1117247016716403e-06 1/Б
```

Рассчитаем среднюю поляризуемость молекулы:  $\alpha = \frac{\delta n}{\Delta P} \frac{k_B T}{2\pi}$

```
In [15]: alpha = result * 1.38 * 10**(-16) * (25 + 273.15) / (2 * math.pi)
print(alpha)
2.0376763229722413e-20
```

А также показатель преломления воздуха в условиях опыта по формуле  $n - 1 = 2\pi\alpha \frac{P}{k_B T}$

```
In [18]: result_n = 2 * math.pi * alpha * 101.3 * 1.01 / (1.38 * 10**(-16) * 298.15)
print(result_n)
0.00031836988940213054
```

Сравним результаты с табличными, пересчитав для лабораторных условий значения коэффициента преломления воздуха по следующей формуле:  $\frac{n_0 - 1}{n - 1} = \frac{TP_0}{T_0 P}$ , где  $P_0 = 1 \text{ атм}$ ,  $T_0 = 273 \text{ К}$ .

Тогда  $n_0 - 1$ :

```
In [19]: result_n * (273 / 298)
Out[19]: 0.0002916610060630256
```

Результаты совпадают с табличными (0.0002926) по порядку величины.

## Сравнение показателей преломления воздуха и углекислого газа при атмосферном давлении

Определим новое положение нулевой полосы после впуска углекислого газа:

$$z_0^{CO_2} = 16.44 \text{ мм}, \text{ следовательно: } \Delta z = z_0^{CO_2} - z_0 = (16.44 - 15.26) \text{ мм} = 1.18 \text{ мм}$$

Рассчитаем показатель преломления углекислого газа по формуле  $n = n_{\text{возд}} + \frac{\Delta}{l} = n_{\text{возд}} + \frac{m\lambda}{l}$ .

```
In [21]: n = result_n + Lambda * 10**(-6) * 1.18 / (distance * l)
         print(n)
0.00048061988940213067
```

Сравним результаты с табличными, пересчитав для лабораторных условий значения коэффициента преломления воздуха:

```
In [23]: n * (273 / 298)
Out[23]: 0.00044029942888181765
```

Результаты совпадают с табличными (0.0004506) по порядку величины.

Установка оказалась абсолютно герметичной (т.к. со временем полосы не смещались).