

# Лабораторная работа 2.1.3

## "Определение $C_p/C_v$ по скорости звука в газе"

Учащийся 1 курса ЛФИ Гусаров Николай

Февраль 2021

### 1. Цель лабораторной работы

Измерение скорости звука и адиабатической постоянной  $C_p/C_v$  в  $CO_2$  и воздухе.

### 2. Оборудование

Звуковой генератор ГЗ, электронный осциллограф ЭО, микрофон, телефон, раздвижная труба, баллон со сжатым углекислым газом, газгольдер.

### 3. Теория

Из теории нам известна зависимость скорости звука от показателя адиабаты  $\gamma$ :

$$c = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}}.$$

Таким образом, задача нахождения  $\gamma$  сходится к задаче нахождения скорости звука при заданной температуре.

В этом эксперименте предполагается использовать стоячие волны для нахождения  $c$ . Известно, что стоячие волны в коридоре длиной  $L$  образуются при:

$$L = \frac{n}{2}\lambda,$$

где  $\lambda$  – длина волны звука, связанная со скоростью звука и частотой  $f$ , как:

$$\lambda = c/f.$$

То есть верно, что:

$$L = \frac{c}{2f}n.$$

Тогда для получения резонансов с разницей в номере  $= 1$  мы можем либо при  $L = \text{const}$  изменять частоту стоячих волн на

$$\Delta f = \frac{c}{2L}$$

либо длину трубы при  $f = \text{const}$  на

$$\Delta L = \frac{\lambda}{2} = \frac{c}{2f}$$

### 4. Экспериментальная установка

Мы используем установку на Рис. 1. Эта установка представляет из себя две вложенных друг в друга трубы с миллиметровой шкалой на подвижной части. На краях этой системы установлены приемник Т и передатчик М. Также к системе подведена трубка, через которую можно накачивать пространство внутри труб воздухом или углекислым газом.

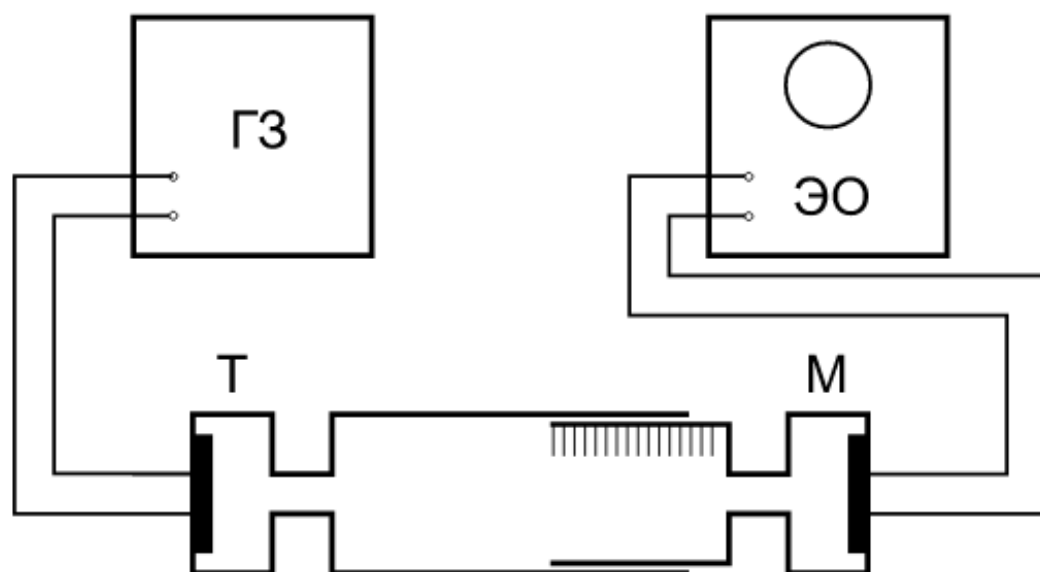


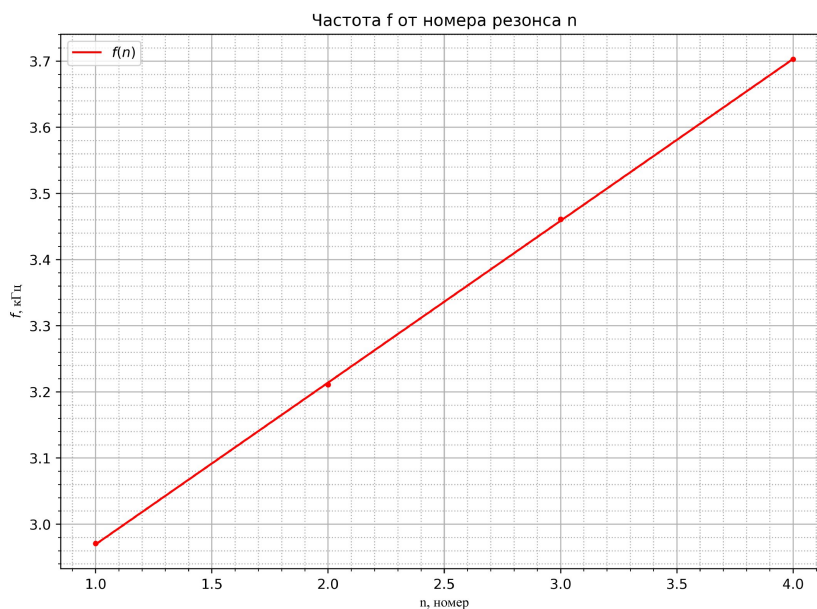
Рис. 1. Установка для измерения скорости звука при помощи раздвижной трубы

## 5. Эксперимент

### 5.1. Воздух, $L - \text{const}$

$L_0 = (700 \pm 5)_{\text{мм}}$ ,  $\Delta f = 0,001 \text{ кГц}$ ,  $\Delta L = 0,5_{\text{мм}}$ ,  $T = (24,0 \pm 0,1)^{\circ}\text{C} = (297,0 \pm 0,1)\text{K}$

n, номер	$f_n$ , кГц
1	2,971
2	3,211
3	3,461
4	3,703



Из графика:

$$\frac{c}{2L} = (0.245 \pm 0,001) \text{ кГц}$$

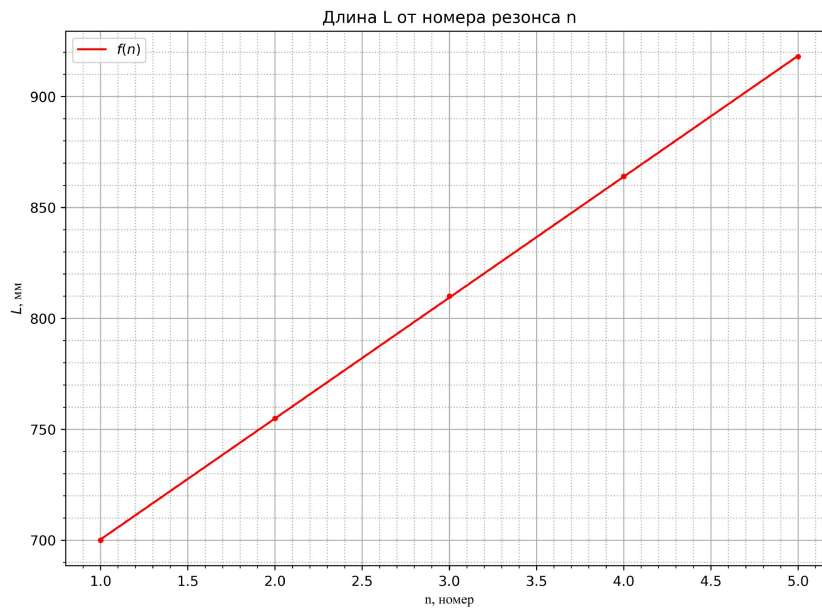
$$c = (343 \pm 1) \text{ м/с}$$

$$\gamma = \frac{c^2 \mu}{RT} = (1,399 \pm 0,005)$$

### 5.2. Воздух, $f - \text{const}$

$f = (3,211 \pm 0,001) \text{ кГц}$ ,  $\Delta f = 0,001 \text{ кГц}$ ,  $\Delta L = 0,5_{\text{мм}}$ ,  $T = (24,0 \pm 0,1)^{\circ}\text{C} = (297,0 \pm 0,1)\text{K}$

п, номер	$L$ , мм
1	700
2	755
3	810
4	864
5	918



Из графика:

$$\frac{c}{2f} = (54,5 \pm 0,5) \text{ мм}$$

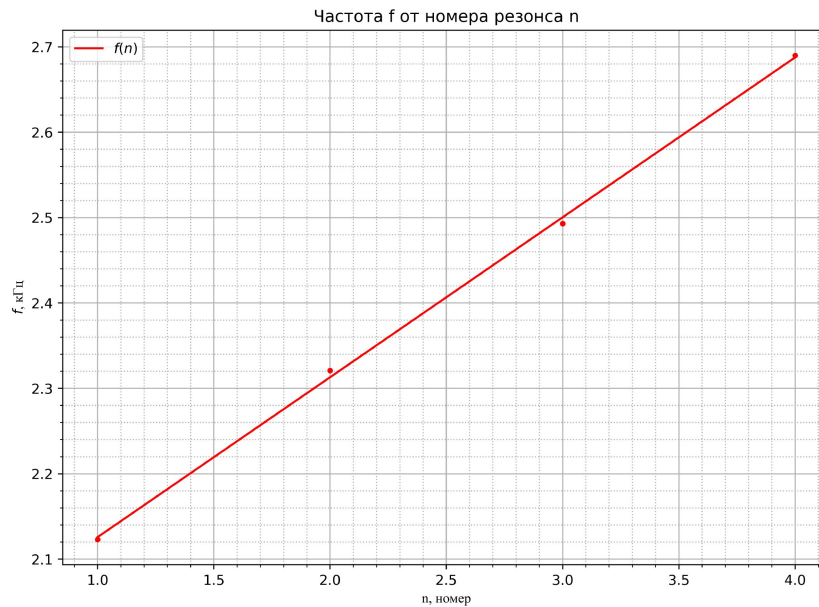
$$c = (344 \pm 1) \text{ м/с}$$

$$\gamma = \frac{c^2 \mu}{RT} = (1,401 \pm 0,005)$$

### 5.3. Углекислый газ, $L - const$

$L_0 = (700 \pm 5) \text{ мм}$ ,  $\Delta f = 0,001 \text{ кГц}$ ,  $\Delta L = 0,5 \text{ мм}$ ,  $T = (24,0 \pm 0,1)^\circ \text{C} = (297,0 \pm 0,1) \text{ К}$

п, номер	$f$ , кГц
1	2,123
2	2,321
3	2,493
4	2,691



Из графика:

$$\frac{c}{2L} = (0,187 \pm 0,001) \text{ кГц}$$

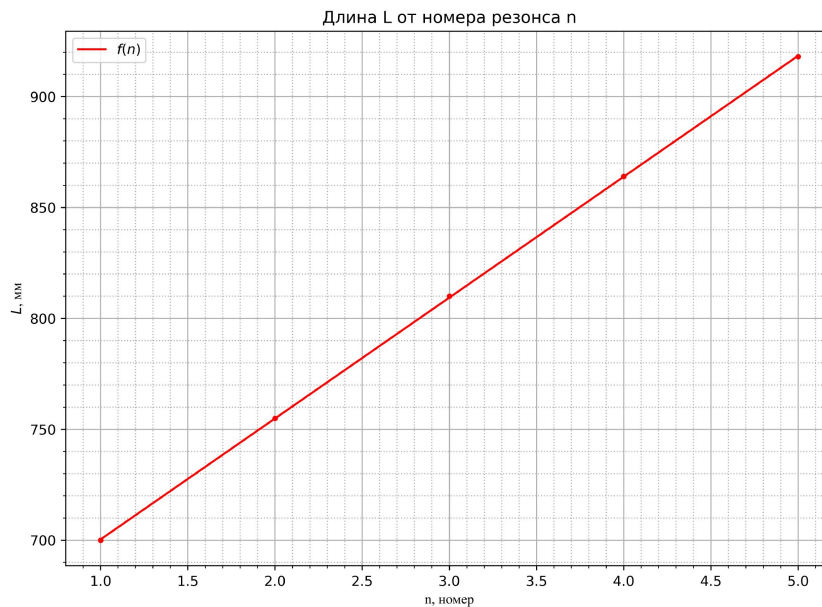
$$c = (264,6 \pm 1,2) \text{ м/с}$$

$$\gamma = \frac{c^2 \mu}{RT} = (1,299 \pm 0,005)$$

#### 5.4. Углекислый газ, $f - \text{const}$

$$f = (2,421 \pm 0,001) \text{ кГц}, \Delta f = 0,001 \text{ кГц}, \Delta L = 0,5 \text{ мм}, T = (24,0 \pm 0,1)^\circ \text{C} = (297,0 \pm 0,1) \text{ К}$$

п, номер	$L$ , мм
1	700
2	755
3	810
4	864
5	918



Из графика:

$$\frac{c}{2f} = (55.1 \pm 0,5) \text{ мм}$$

$$c = (264,4 \pm 1,1) \text{ м/с}$$

$$\gamma = \frac{c^2 \mu}{RT} = (1,298 \pm 0,005)$$

## 6. Заключение

Табличные значения для воздуха:

$$c(\text{возд}, 0^\circ \text{C}) = 331 \text{ м/с}$$

$$c(\text{возд}, 30^\circ \text{C}) = 350 \text{ м/с}$$

$$\gamma(\text{возд}, 25^\circ \text{C}) = 1,400$$

Получившиеся значения совпадают с хорошей точностью.

Табличные значения для углекислого газа:

$$c(\text{CO}_2, 0^\circ\text{C}) = 260 \text{ м/с}$$

$$\gamma(\text{CO}_2, 25^\circ\text{C}) = 1,300$$

Получившиеся значения совпадают с хорошей точностью.