

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.3.1

Определение  $C_p/C_v$  по скорости звука в  
газе

выполнили студенты группы Б03-302

Танов Константин

Долгопрудный, 2024 г.

## 1 Цель работы:

1) измерение частоты колебаний и длины волны при резонансе звуковых колебаний в газе, заполняющем трубу.

2) определение показателя адиабаты с помощью уравнения состояния идеального газа

## 2 Оборудование:

Звуковой генератор, электронный осциллограф, раздвижная труба, тепло-изолированная труба, обогреваемая водой из термостата, баллон со сжатым углекислым газом, газгольдер.

## 3 Теоретические сведения:

Скорость звука в газах определяется формулой:

$$c = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}} \quad (1)$$

R - газовая постоянная, T - температура газа,  $\mu$  - молярная масса,  $\gamma$  - показатель адиабаты Тогда:

$$\gamma = \frac{\mu}{RT} c^2 \quad (2)$$

Условие резонанса (амплитуда звуковых колебаний резко возрастает):

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

Связь параметров волны:

$$c = \lambda f \quad (4)$$

Подбор условий резонанса: 1)  $f = \text{const}$ ,  $L \neq \text{const}$

$$L_{n+k} = n \frac{\lambda}{2} + k \frac{\lambda}{2} \quad (5)$$

Тогда  $\frac{\lambda}{2}$  - угловой коэффициент графика зависимости L от k.

2)  $L = \text{const}$ ,  $f \neq \text{const}$

$$L = \frac{\lambda_1}{2} n = \frac{\lambda_2}{2} (n+1) = \dots = \frac{\lambda_{k+1}}{2} (n+k) \quad (6)$$

Тогда:

$$f_{k+1} = f_1 + \frac{c}{2L}k \quad (7)$$

Тогда  $c/2L$  - угловой коэффициент графика зависимости частоты от номера резонанса.

## 4 Экспериментальная установка

В работе используются установка (рис. 1). Она содержит теплоизолированную трубу, которая нагревается водой из термостата. Измеряется зависимость скорости звука от температуры.

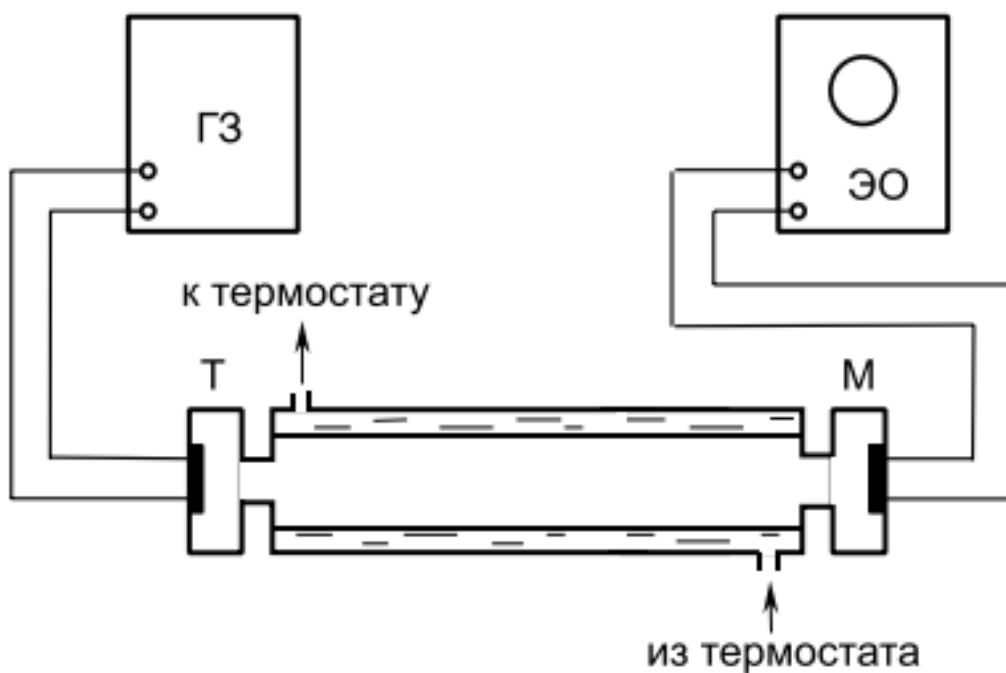


Рис. 1: Схема установки с термостатом

## 5 Ход работы

Данные измерений представлены в таблице 1. Длина трубы  $L = 800 \pm 1$  мм.

	f1, Гц	f2, Гц	f3, Гц	f4, Гц	f6, Гц	f7, Гц
t1 = 21.6°C	200	434	658	870	1300	1515
t2 = 30°C	202	454	667	883	1319	1537
t3 = 40°C	206	461	677	896	1340	1562
t4 = 50°C	207	468	687	910	1361	1586
t5 = 60°C	208	474	698	924	1382	1610

Таблица 1: Зависимость частоты от номера резонанса при разных температурах для постоянной длины

Полученные результаты изобразим на графике (рис. 2), откладывая по оси абсцисс номер резонанса  $k$ , а по оси ординат - разность между частотой последующих резонансов и частотой первого резонанса:  $f_{k+1} - f_1$ . Через полученные точки проведем наилучшую прямую. Угловый коэффициент прямой определяет величину  $c/2L$ .

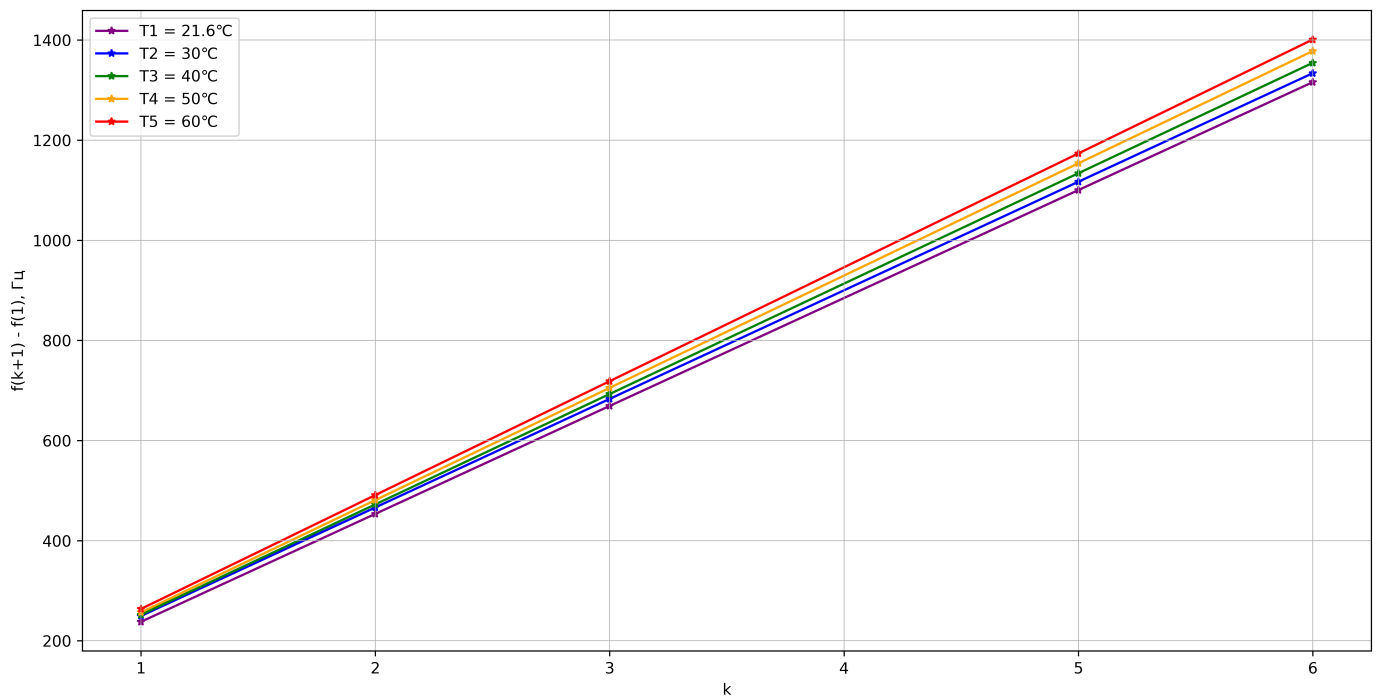


Рис. 2: График зависимости частоты от номера резонанса

Коэффициент наклона графика -  $c/2L$ . Для каждой температуры посчитаем скорость звука, погрешность и представим в таблице 5:

$c$ , м/с	$\sigma_c$ , м/с	$T$ , °C
344.949	0.959	21.6
346.977	0.492	30
352.800	0.689	40
358.791	0.401	50
363.981	0.480	60

Таблица 2: Зависимость скорости звука от температуры

Определим значение  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  из формулы 2, как угол наклона графика  $c^2(T)$  (рис. 3).

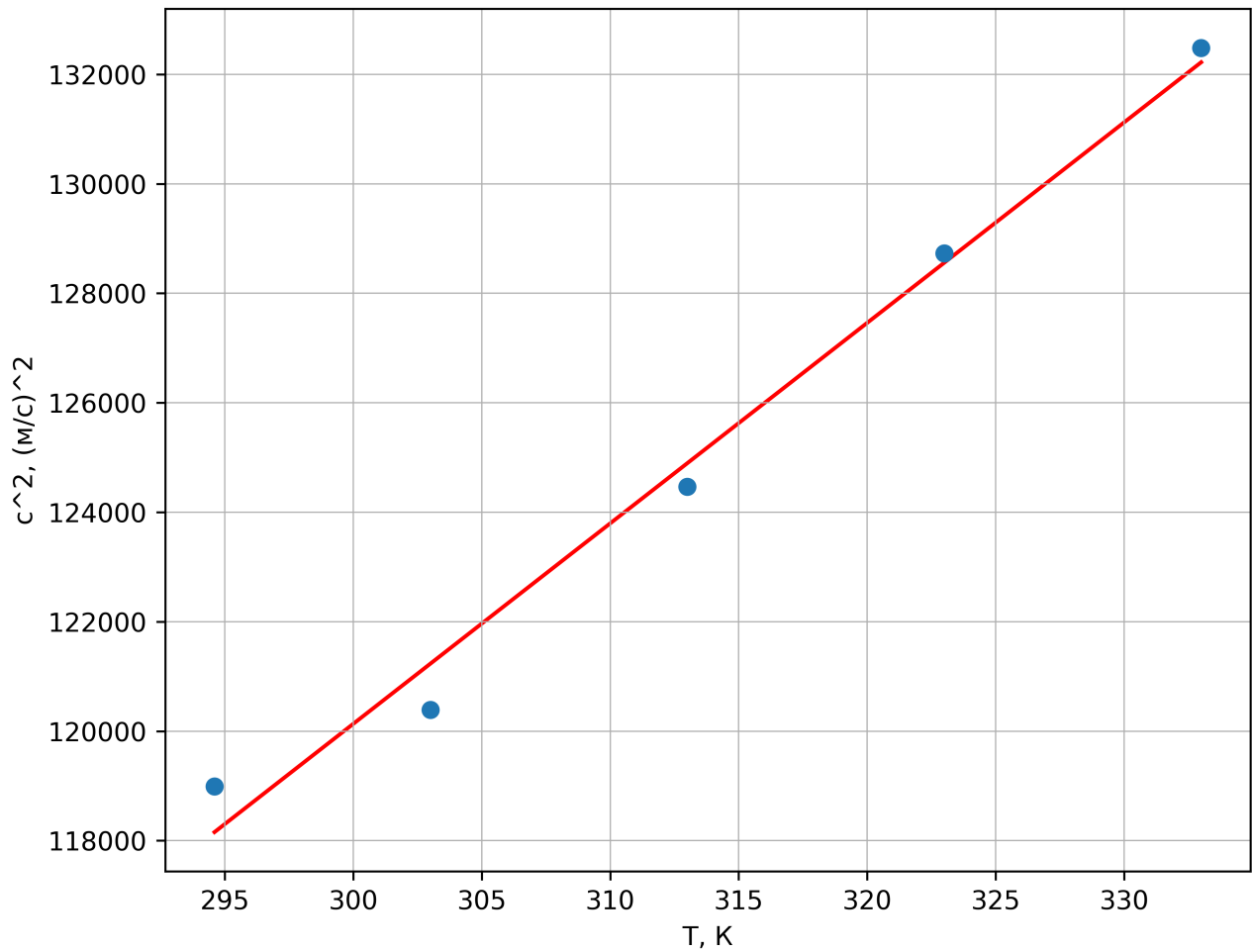


Рис. 3: График зависимости квадрата скорости от температуры

Выходит, что экспериментальное значение показателя адиабаты в воздухе:  
 $\gamma = 1.39 \pm 0.01$ .

## 6 Вывод:

Получено значение показателя адиабаты для воздуха:  $\gamma = 1.39 \pm 0.01$ . Теоретическое значение  $\gamma = 1.4$ , что свидетельствует о том, что экспериментальное значение совпадает с теоретическим в пределах погрешности.