

# Лабораторная работа 2.1.3

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

Татаурова Юлия Романовна

15 мая 2024 г.

### 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.

**Оборудование:** звуковой генератор, электронный осциллограф, микрофон, телефон, раздвижная труба, теплоизолированная турба, баллон со сжатым углекислым газом, газгольдер.

## Теоретические сведения

Скорость звука в газах поределяется как:

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

Если длина трубы  $L$  равна целому числу полуволи ( $L = n\frac{\lambda}{2}$ ), волна, отраженная от торца трубы совпадает по фазе с падающей. Поэтому они усиливают друг друга и возникает резонанс. Скорость звука при этом связана с длиной волны как:

$$c = \lambda f \quad (2)$$

Рассмотрим 2 способа образования резонанса:

- 1) При  $f = const$ , изменяя длину трубы.
- 2) При  $L = const$ , изменяя частоту звуковых колебаний. Тогда

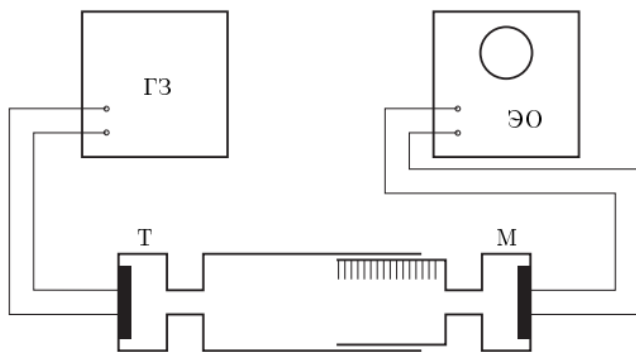
$$L = \frac{\lambda_1}{2}n = \frac{\lambda_2}{2}(n+1) \dots = \frac{\lambda_{k+1}}{2}(n+k) \quad (3)$$

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{c}{2L}n \quad (4)$$

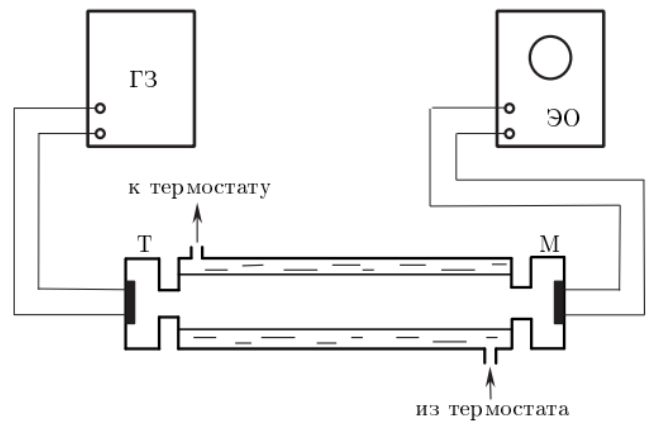
$$f_2 = \frac{c}{2L}(n+1) = f_1 + \frac{c}{2L}k \Rightarrow f_{k+1} = f_1 + \frac{c}{2L}k \quad (5)$$

## Экспериментальная установка

Звуковые колебания возбуждаются телефоном Т и улавливаются микрофоном М. Возникающий в нем сигнал отображается на осциллографе ЭО.



(а) Установка для измерения скорости звука при подвижной трубе



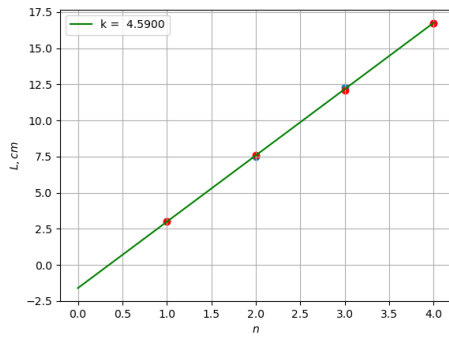
(б) Установка для изучения зависимости скорости звука от температуры

## Экспериментальные данные

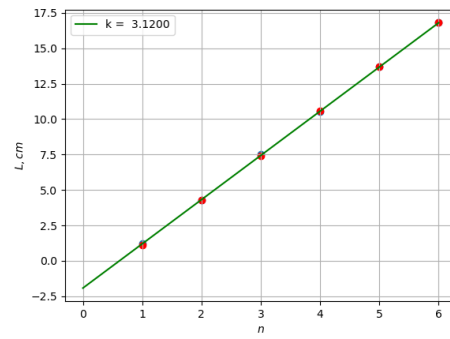
Для воздуха:

№	1	2	3	4	5	6	$\lambda$ см	$c$ м/с
$L$ , см ( $\nu = 3750$ Гц)	3	7.6	12.3	16.7	-	-	9.2	344
$L$ , см ( $\nu = 5500$ Гц)	1.2	4.3	7.5	10.5	13.7	16.8	6.2	343
$L$ , см ( $\nu = 4750$ Гц)	1.9	5.5	9.2	12.8	16.3	-	7.7	345
$L$ , см ( $\nu = 4500$ Гц)	2	5.8	9.6	12.7	16.3	-	7.2	341

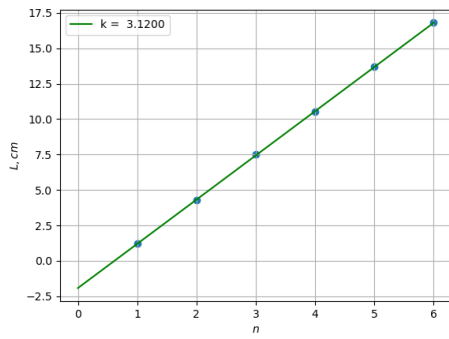
Таблица 1: Зависимость длины трубы от номера резонанса в воздухе



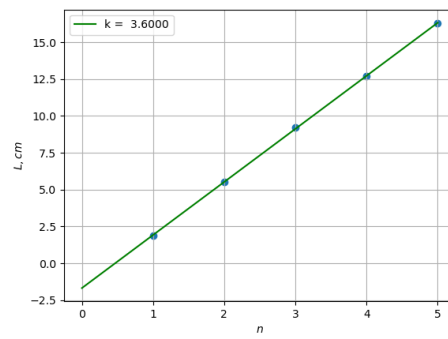
(a) Зависимость длины от номера резонанса  
при  $\nu = 3750$  Гц



(b) Зависимость длины от номера резонанса  
при  $\nu = 5500$  Гц



(c) Зависимость длины от номера резонанса  
при  $\nu = 4500$  Гц



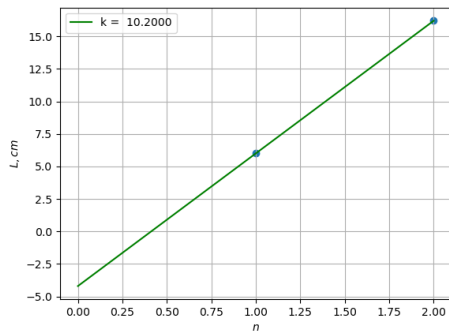
(d) Зависимость длины от номера резонанса  
при  $\nu = 4750$  Гц

Для  $\text{CO}_2$  :

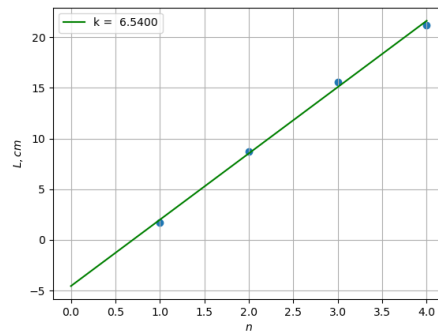
№	1	2	3	4	5	$\lambda$ см	$c$ м/с
$L$ , см ( $\nu = 1500$ Гц)	16.2	6	-	-	-	20.4	306
$L$ , см ( $\nu = 2000$ Гц)	21.2	15.6	8.7	1.7	-	13	261
$L$ , см ( $\nu = 2500$ Гц)	20.7	13.8	10.2	4.5	-	10.4	261
$L$ , см ( $\nu = 3000$ Гц)	20.1	15.7	10.7	6.3	1.1	9.48	284

Таблица 2: Зависимость длины трубы от номера резонанса в углекислом газе

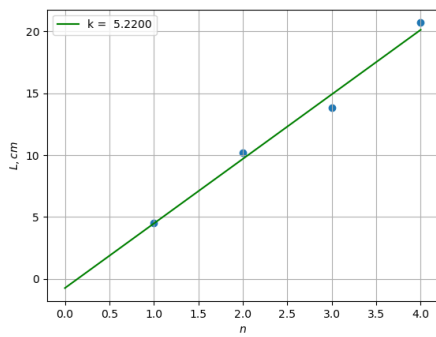
Теперь найдем коэффициент  $\gamma = C_p/C_v$ :



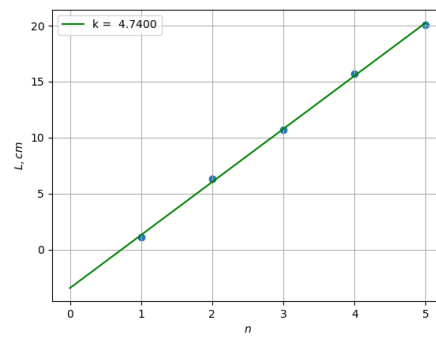
(a) Зависимость длины от номера резонанса при  $\nu = 1500$  Гц



(b) Зависимость длины от номера резонанса при  $\nu = 2000$  Гц



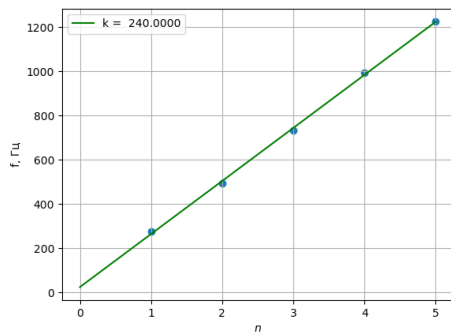
(c) Зависимость длины от номера резонанса при  $\nu = 4500$  Гц



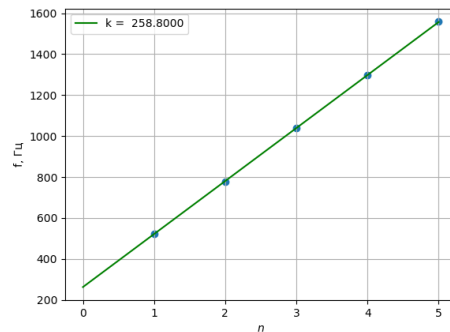
(d) Зависимость длины от номера резонанса при  $\nu = 4750$  Гц

1	2	3	4	5	$T^{\circ}C$	$c$ м/с	$\gamma$
275	495	735	995	1225	18	335	2.14
765	1015	1265	1515	1775	40	362	2.32
524	778	1038	1298	1558	55	362	2.21

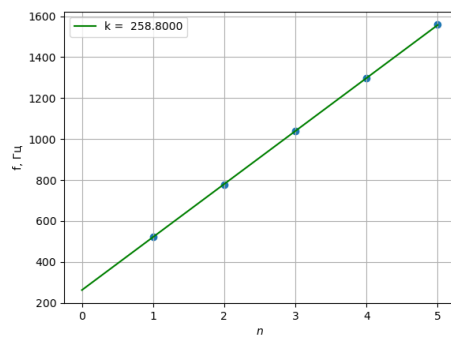
Таблица 3: Частота при резонансе при разных температурах



(a) Зависимость частоты от номера резонанса при  $T = 18^{\circ}C$



(b) Зависимость частоты от номера резонанса при  $T = 40^{\circ}C$



(c) Зависимость частоты от номера резонанса при  $T = 55^{\circ}C$