

## Задача 2.1.3

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

Лось Денис (группа 611)

24 апреля 2017

**Цель работы:** измерение частоты колебаний и длины волны при резонансе звуковых колебаний в газе, заполняющем трубку; определение показателя адиабаты с помощью уравнения состояния идеального газа

**В работе используются:** звуковой генератор ГЗ, электронный осциллограф ЭО, микрофон, телефон, раздвижная труба, теплоизолированная труба, обогреваемая водой из термостата, баллон со сжатым углекислым газом, газгольдер.

### Теоритическая часть

Скорость распространения звуковой волны в газах зависит от показателя адиабаты  $\gamma$ . На измерении скорости звука основан один из наиболее точных методов определения показателя адиабаты.

Скорость звука в газах определяется формулой:

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

### Ход работы

1. Подберём напряжение на выходе генератора так, чтобы при резонансе на осциллографе наблюдали колебания достаточной амплитуды. Остановим картину на осциллографе. Убедимся в том, что колебания имеют неискажённую синусоидальную форму.
2. Измерим скорость звука в углекислом газе. Перед началом колебаний продумем трубу углекислым газом. Для этого при открытом кране подвижную часть трубы несколько раз медленно выдвинем и затем резко вдвинем в трубу. Измерим резонансные максимумы при медленных перемещениях подвижной части трубы как внутрь, так и наружу. Общая длина трубы в выдвинутом состоянии  $L = (704 \pm 5)$  мм.

$\nu$ , Гц	$L$ , мм
525	804
1270	804 690
2897	740 804
4997	804 688
1748	752 675
3005	732 692

Таблица 1: Резонансные максимумы в зависимости от длины выдвинутой части трубы

$\nu$ , Гц	$c$ , м / с
525	281.4
1270	289.56
2897	370.8
4997	289.8
1748	269.1
3005	270.5

Таблица 2: Скорость звука в углекислом газе

В результате получаем, что

Следовательно, скорость звука для углекислого газа

$$c = (294 \pm 15) \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3. Измерим скорость звука в воздухе.

$\nu$ , Гц	$L$ , мм
1933	715
	625
2600	736
	672
	606
3250	746
	700
	649
4970	732
	699
	630

Таблица 3: Резонансные максимумы в зависимости от длины выдвинутой части трубы

$\nu$ , Гц	$c$ , м / с
1933	347.94
2600	332.8
3250	299.0
4970	328.0

Таблица 4: Скорость звука в воздухе

В результате получаем, что скорость звука в воздухе

$$c = (327 \pm 10) \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. Приступим к измерениям с помощью второй установки. Измерим скорость звука в трубе постоянной длины. Плавно увеличивая частоту генератора, получим ряд последовательных резонансных значений частоты, отмечая момент резонанса по увеличению амплитуды колебаний на экране осциллографа. Длина трубы  $L = (700 \pm 1)$  мм.

$T$ , °C	1	2	3	4	5
24	258	497	738	995	1220
35	272	508	751	1010	2010
40	270	512	758	1020	1230
45	274	514	771	1024	1278

Таблица 5: Последовательные наборы резонансов для каждой из температур

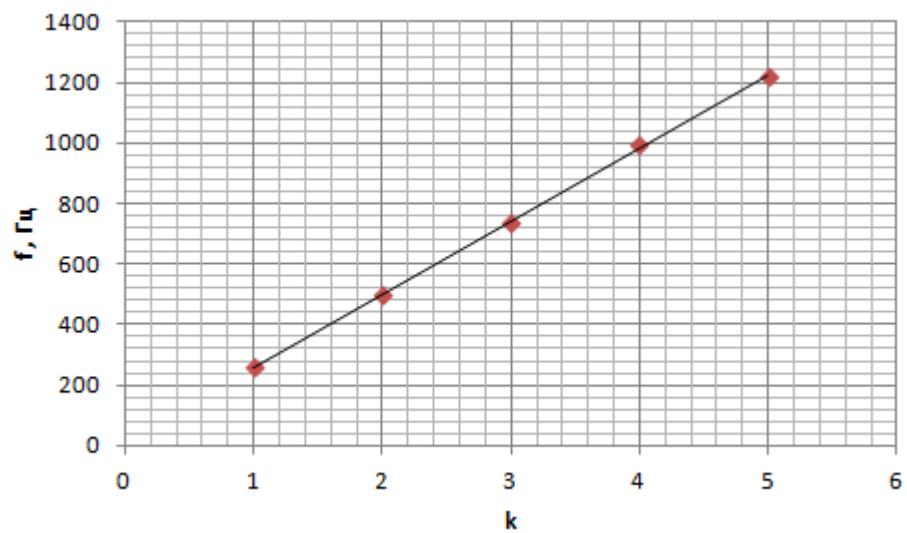


Рис. 1: Зависимость частоты резонанса от его порядкового номера для 23 °С

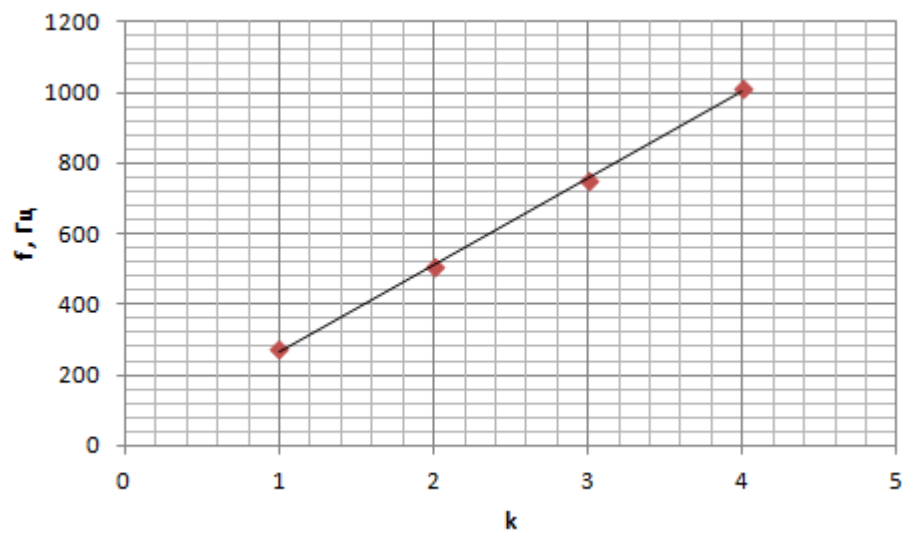


Рис. 2: Зависимость частоты резонанса от его порядкового номера для 30 °С

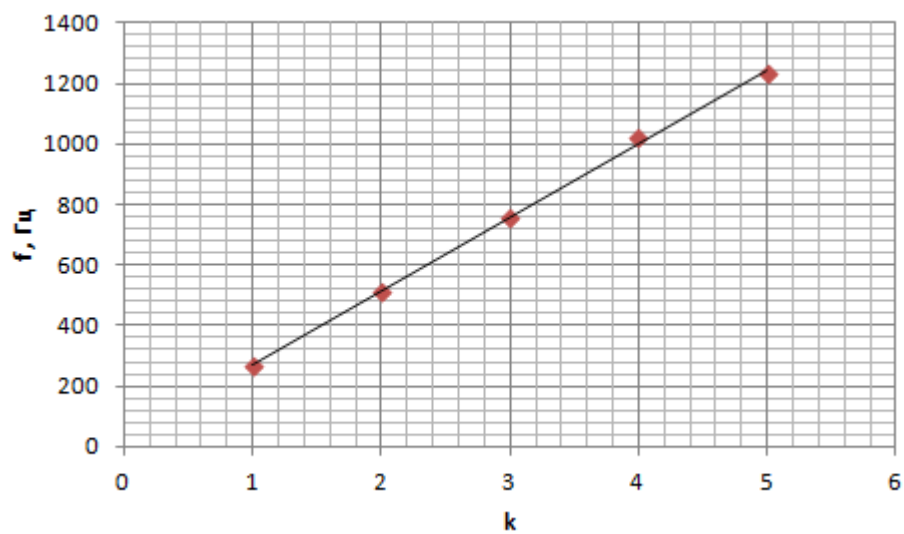


Рис. 3: Зависимость частоты резонанса от его порядкового номера для 35 °С

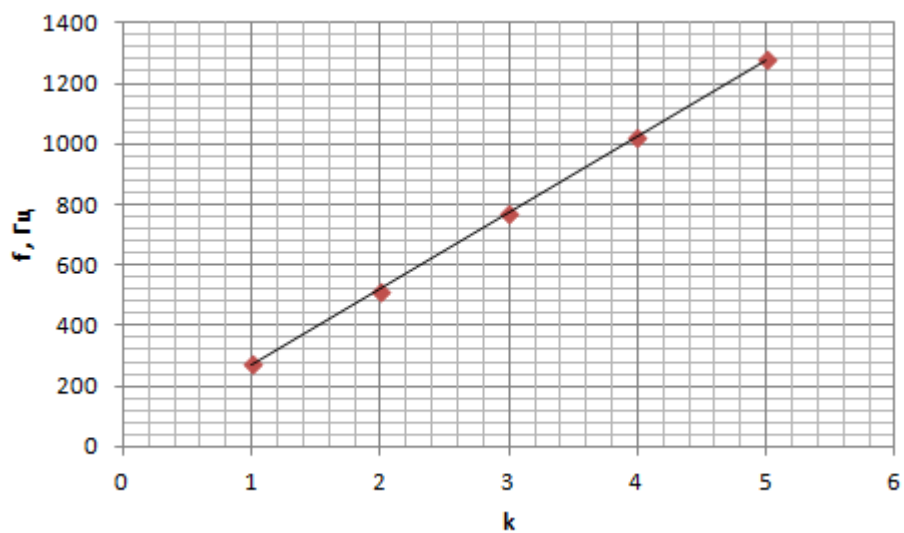


Рис. 4: Зависимость частоты резонанса от его порядкового номера для 40 °С

$T, ^\circ\text{C}$	$c, \text{ м / с}$	$\sigma_c, \text{ м / с}$	$\gamma$	$\sigma_\gamma$
24	339	17	1.35	0.09
30	344	17	1.36	0.1
35	340	17	1.31	0.09
40	352	18	1.38	0.1

## Ответ на ряд контрольных вопросов

1. В выбранном интервале температур  $\gamma$  от температуры практически не зависит.
2. При изменении температуры от очень малых значений до температуры 1000 °С показатель адиабаты  $\gamma$  будет уменьшаться. Зависимость на всём интервале будет достаточно существенной.