

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.13¹⁾ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ КАМЕРТОНА МЕТОДОМ РЕЗОНАНСА

Цель работы: исследование явления акустического резонанса и определение частоты колебаний камертона.

Литература: 1. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Механика» (2001), §10.3, гл. 11.

2. Стрелков С.П. Механика. (4-е изд., 2005), гл. XV.

3. Введение в физический практикум.

Приборы и принадлежности: стеклянная трубка, металлический сосуд, резиновый шланг, два камертона, резиновый молоточек, масштабная линейка.

ВВЕДЕНИЕ

В трубе длиной l , закрытой с одного конца, можно возбудить стоячую звуковую волну с пучностью смещения (и скорости) на открытом конце и узлом этих величин на закрытом (явление акустического резонанса). Длина такой звуковой волны λ_n удовлетворяет условию

$$l = (2n+1)\lambda_n/4, \quad \text{где } n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Этим длинам волн соответствуют резонансные частоты:

$$v_n = v/\lambda_n = v(2n+1)/4l, \quad (2)$$

где $v = v_0 \sqrt{\theta/273}$ – скорость звука в условиях эксперимента; $v_0=332$ м/с – скорость звука в воздухе при нормальных условиях; θ – абсолютная температура.

В данной работе явление акустического резонанса положено в основу определения частоты колебаний камертона.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Экспериментальная установка изображена на рис. 1.12.1. Звуковые волны, возбуждаемые колеблющимся камертоном K , распространяются в воздухе. Стеклянная трубка A соединена резиновым шлангом с сосудом B , заполненным водой. Если уровень воды в трубке таков, что длина воздушного столба удовлетворяет условию (1), то устанавливается стоячая волна с максимумом смещения на открытом конце трубки A . Уровень воды в трубке можно изменять, передвигая сосуд B по вертикальным направляющим.

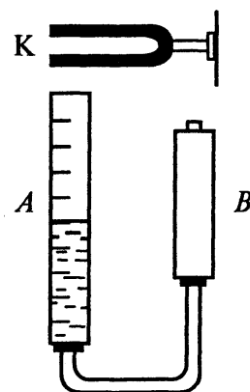


Рис. 1.12.1

¹⁾ Описание дополнено преподавателями КОЭФ Александровым В.Н. и Васильевой И.А.

ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Возбуждая в камертоне (см. рис. 12.1) свободные колебания (с помощью резинового молоточка) и постепенно сначала понижая уровень воды в трубке (начиная с положения, когда уровень почти совпадает с верхним обрезом трубки), а затем повышают его до исходного уровня. При этом отмечают положения уровня воды в тот момент, когда наблюдается наиболее громкое звучание (акустический резонанс), измеряются расстояния l_i от этих положений до, например, верхнего обреза трубки.

Рекомендуется определить три последовательных положения резонансного уровня, для каждого из которых выполняется условие (1).

Длину звуковой волны в воздухе можно найти из выражения $l_3 - l_2 = \lambda_{рез} / 2$, где l_2 и l_3 – второй и третий резонансные уровни, откуда $v_{рез} = v_{кам} = v / \lambda_{рез}$ (v – скорость звука при измеренной температуре θ в аудитории).

Задание. Определение частоты колебаний камертона.

Произведите в соответствии с изложенной выше методикой необходимые измерения с двумя камертонами и вычислите их частоты колебаний. Данные измерений l и θ и вычислений v , λ , $v_{рез}$ и ε_v (см. В4 в [3]) внесите в таблицу 1.

Таблица 1

№ камертона	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м	θ , К	v , м/с	λ , м	$v_{рез}$, с ⁻¹	ε_v , %
1								
2								

ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите уравнение стоячей волны, возникающей при колебаниях воздушного столба в трубке. Узел или пучность смещения приходится на границу вода – воздух?

2. Начертите график смещения точек от времени в стоячей волне в трубе при $n = 2$ и укажите на нем положение узлов и пучностей скорости точек, деформации, кинетической и потенциальной энергии.

3. Происходит ли передача энергии в стоячей волне? Аргументируйте свой ответ.

4. Начертите графики смещения, скорости точек и деформации от координаты в стоячей волне в трубе для двух моментов времени, отличающихся на четверть периода колебаний - $T/4$.

5. Как происходит движение отдельных частей камертона после удара по его ножке резиновым молоточком?