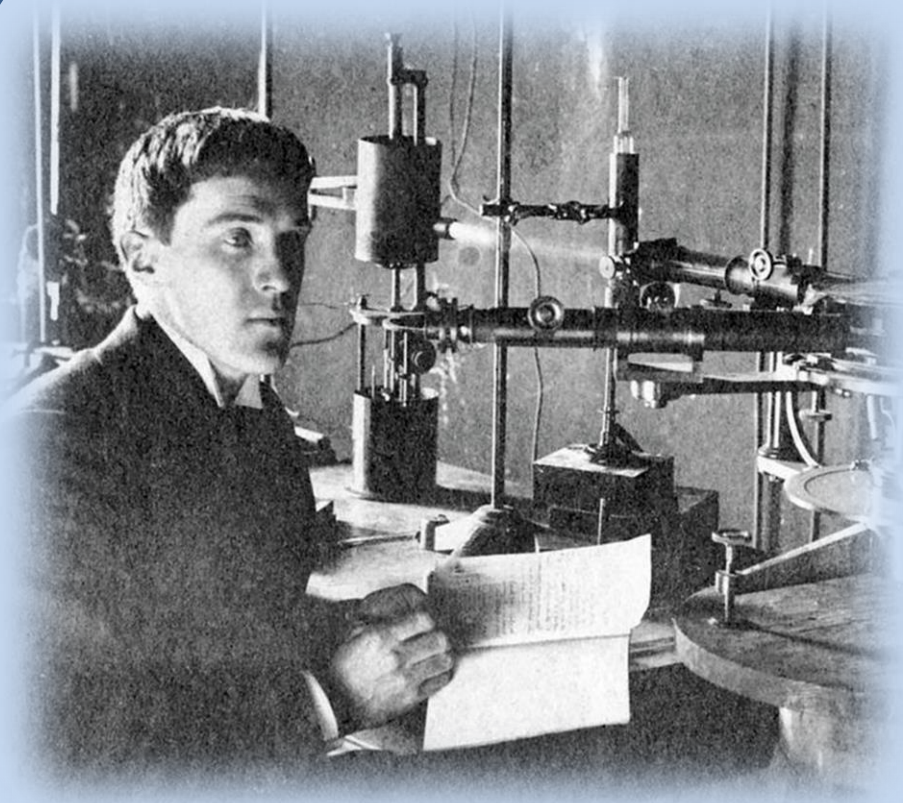


Визуализация стоячих волн



Большинство «малых опытов», было проведено дома с помощью «...палки, верёвки, сургуча и слюды».

Роберт Вуд



Майкл Фарадей

«Старые куски проволоки и железа кажутся ему достаточными для того, чтобы идти к величайшим открытиям».

Герман Гельмгольц

Визуализация стоячих волн



Авторы:

Головко Александр Витальевич
Колесов Владислав Игоревич
9 класс

Руководители:

Сивков Николай Петрович,
учитель физики,
Сивкова Анна Юрьевна, учитель
физики и математики

Визуализация стоячих волн

Актуальность.

Волновая теория — одна из теорий, объясняющих природу звуковых волн. Невооружённым глазом увидеть звуковые волны невозможно. Но так устроен человек, что ему трудно поверить в то, что он не видит. Как гласит пословица: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать!»

Гипотеза:

Возможна визуализация звуковой волны с помощью самодельных устройств.



Визуализация стоячих волн

Цель работы:

изготовление моделей, предназначенных для визуализации стоячих волн.

Задачи:

1. Изучить и проанализировать энциклопедическую, справочную, научную, историческую литературу о физике стоячей волны.
2. Теоретически изучить строение и принцип работы струнной машины, трубки Рубенса.
3. Спроектировать и собрать из подручных материалов действующие модели для визуализации стоячих волн.
4. Провести эксперименты, демонстрирующие работоспособность собранных установок: продемонстрировать зависимость распределения узлов и пучностей от частоты звуковой волны. Зафиксировать результаты исследований, выполнить анализ полученных результатов.

Визуализация стоячих волн

Методы исследования:

- изучение литературных источников,
- моделирование,
- эксперимент,
- сбор и анализ данных.

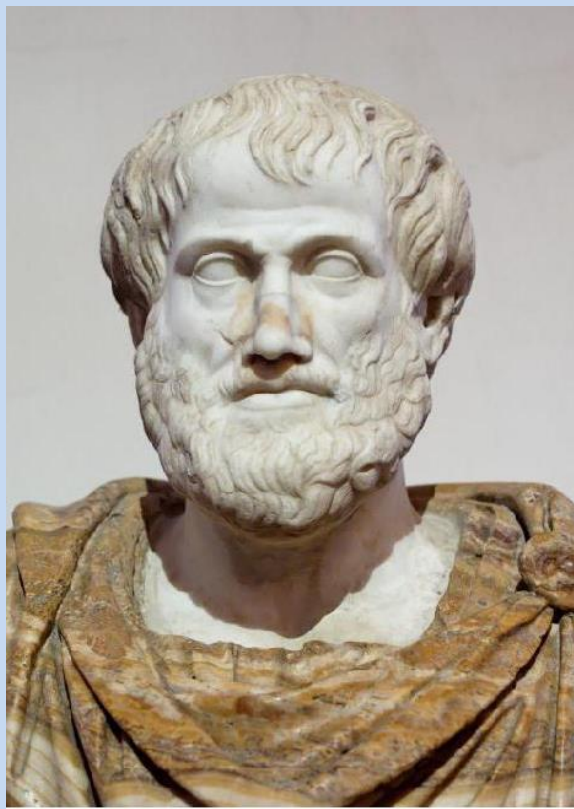
Объект исследования: стоячие волны

Предмет исследования: свойства стоячих волн

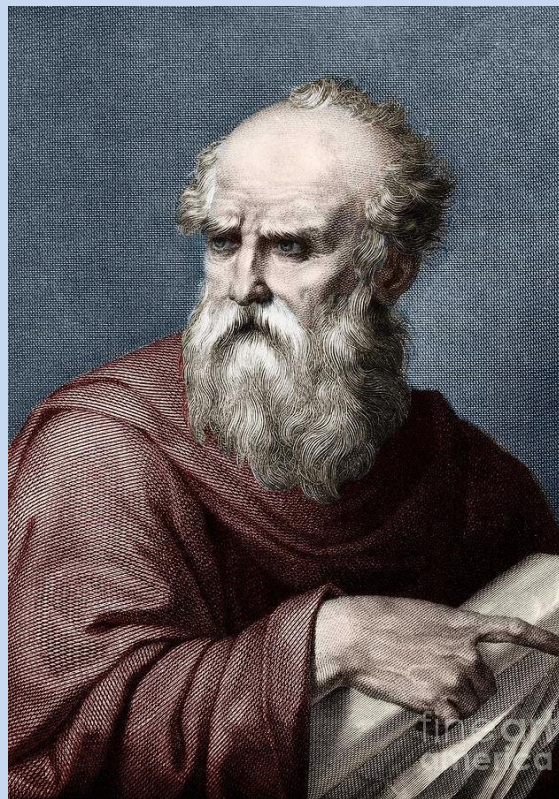
Практическое значение: установки могут быть применены для демонстраций звуковых волн в учебном процессе, как эквалайзер на различных шоу, при пожаротушении в труднодоступной местности.

Теоретическая часть работы

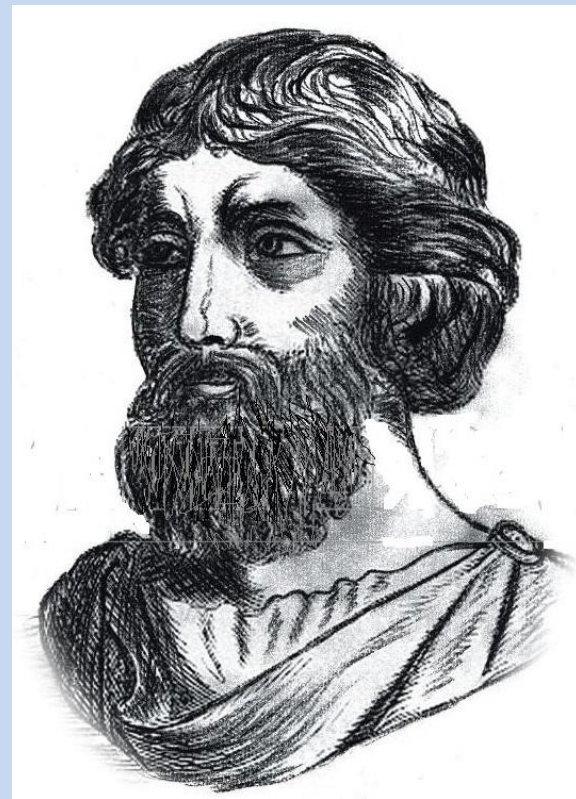
Развитию волновой теории в древнее время посвящены труды Аристотеля, знаменитого архитектора древнего Рима Марка Витрувия, Пифагора.



Аристотель



Марк Витрувий



Пифагор

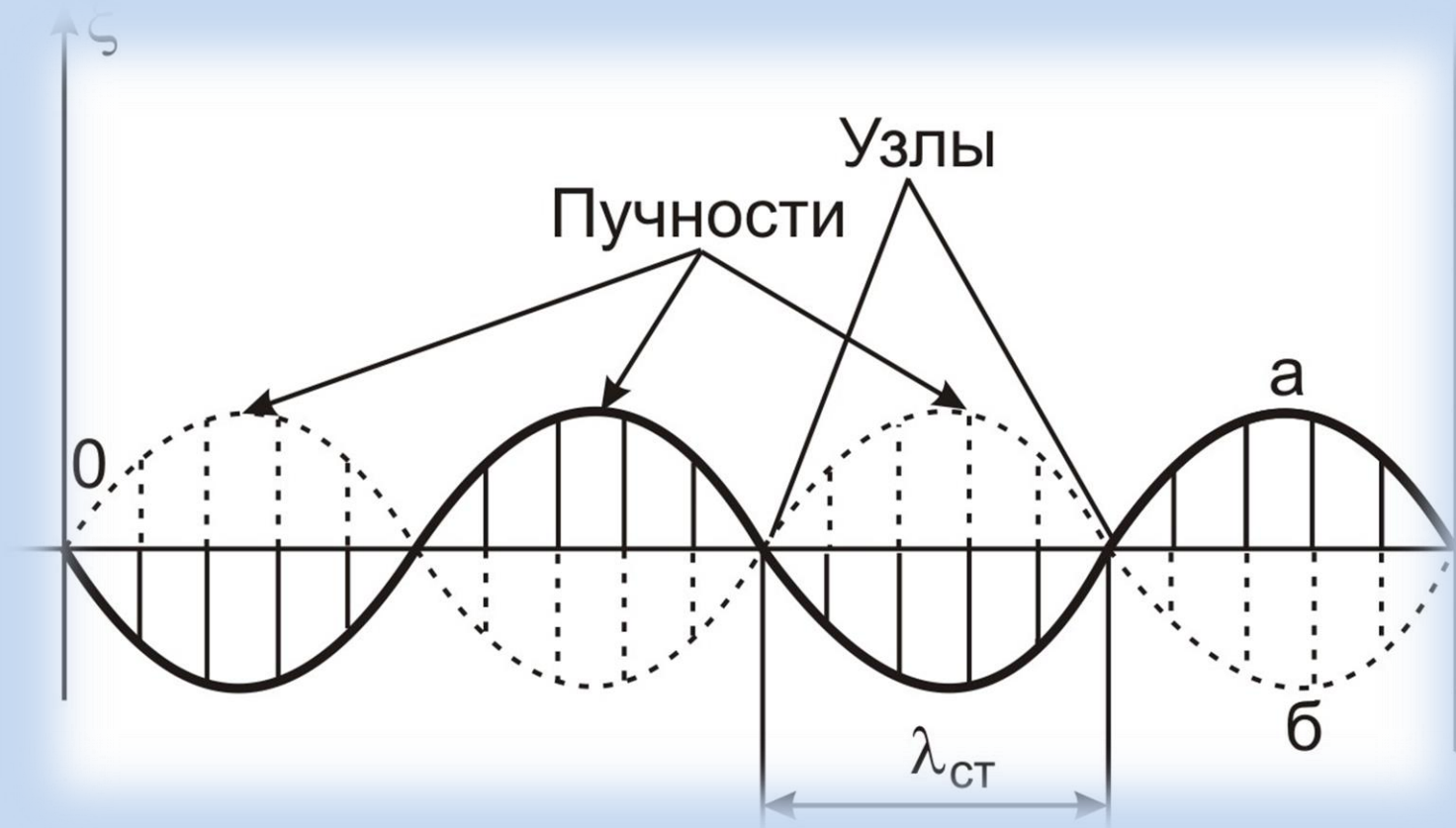
Теоретическая часть работы

Волна — изменение некоторой совокупности физических величин (характеристик некоторого физического поля или материальной среды), которое способно перемещаться, удаляясь от места своего возникновения, или колебаться внутри ограниченных областей пространства



Теоретическая часть работы

При существовании в среде стоячей волны, существуют точки, амплитуда колебаний в которых равна нулю. Эти точки называются узлами стоячей волны. Точки, в которых колебания имеют максимальную амплитуду, называются пучностями.



Экспериментальная часть исследования

Опыт 1. Моделирование стоячих волн с помощью скакалки

Цель: наглядно продемонстрировать появление стоячих волн

Оборудование: скакалка



Вывод.

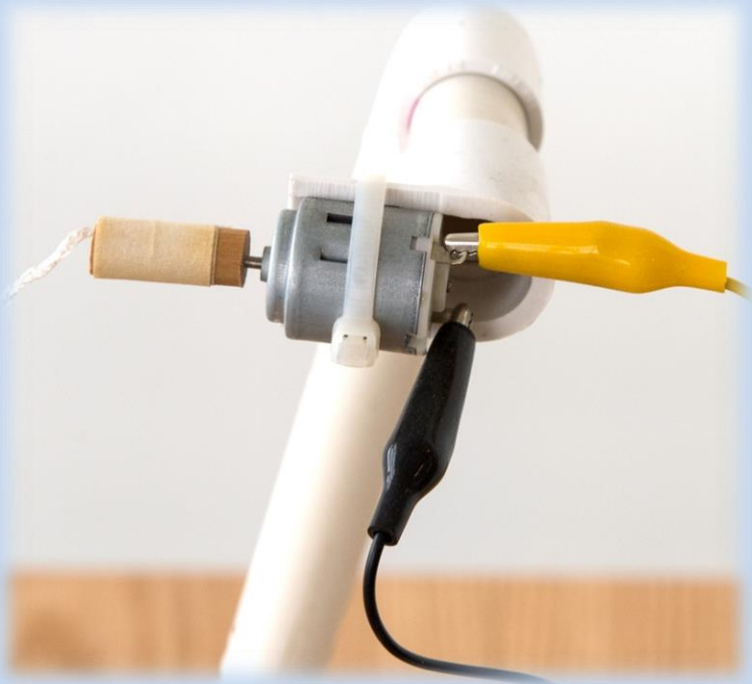
Поскольку любой конкретный кусок веревки может находиться только в одном месте в один момент времени, две волны, движущиеся в противоположных направлениях, объединяются друг с другом, складываясь и создавая единую общую форму с узлами и пучностями - стоячую волну.

Экспериментальная часть исследования

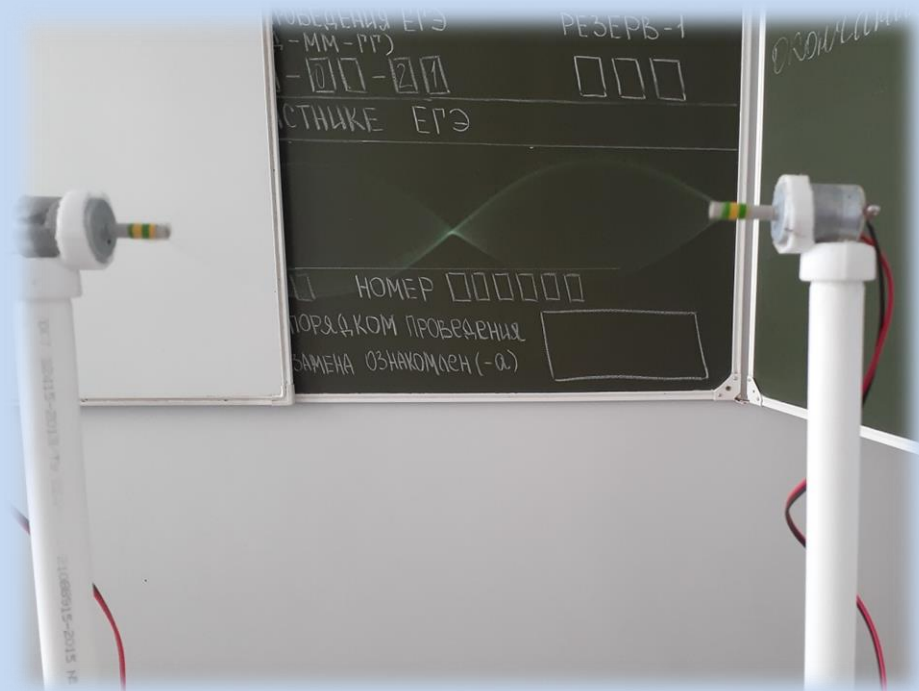
Опыт 2. Моделирование стоячих волн с помощью струнной машины.

Цель: наглядно продемонстрировать появление стоячих волн

Оборудование: Струнная машина



Сборка струнной машины



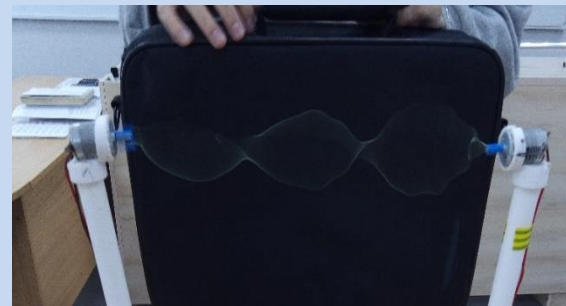
Работа собранной установки.

Экспериментальная часть исследования

Опыт 2. Моделирование стоячих волн с помощью струнной машины

Цель: наглядно продемонстрировать появление стоячих волн

Оборудование: Струнная машина



Вывод. С помощью струнной машины возможна демонстрация стоячих волн.

Экспериментальная часть исследования

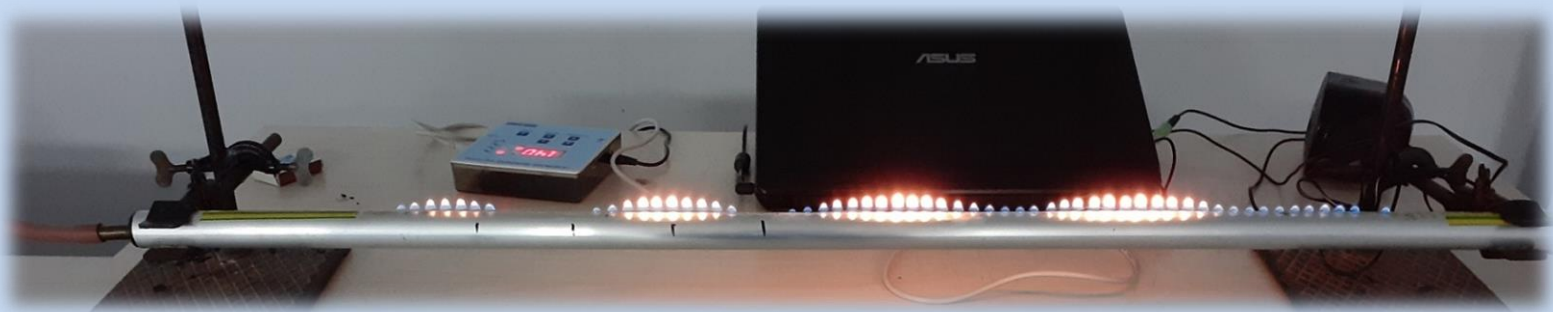
Опыт 3. Получение стоячих волн с помощью трубки Рубенса

Цель: Наглядная демонстрация стоячих волн в газе и расчёт длины звуковой продольной волны.

Оборудование: Трубка Рубенса, датчик температуры-термопара (0-1200 С) лаборатории Einstein)

Этапы сборки:

- а) изготовление трубы для демонстрации стоячих волн.
- б) монтаж устройства для подачи газа.
- в) монтаж устройства для воздействия на трубку с газом звуковой волны.
- г) регулирование работы трубки Рубенса.



Экспериментальная часть исследования

Опыт 3. Получение стоячих волн с помощью трубки Рубенса



С помощью генератора звука, через динамик, изменяем частоту звуковой волны. Наблюдаем узлы и пучности стоячей волны.

С помощью линейки измеряем расстояние между двумя узлами образовавшейся волны.

Экспериментальная часть исследования

Опыт 3. Получение стоячих волн с помощью трубки Рубенса

Рассчитываем молярную массу смеси газов из баллона.

Состав смеси:

изобутан 72% - $M_1 = 58,12$ г/моль

пропан 22% - $M_2 = 44,10$ г/моль

бутан 6% - $M_3 = 58,12$ г/моль

Молярная масса смеси $55,02$ г/моль

Определяем температуру смеси газов внутри трубки с помощью датчика температуры-термопара (0 – 1200°C) - $T \approx 363$ К

По полученным данным рассчитываем скорость звука в газе.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} - \text{ скорость звука в газе}$$

$$v = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,31 \cdot 363}{3 \cdot 0,055}} = 270,4 \text{ (м/с)}$$



Экспериментальная часть исследования

Опыт 3. Получение стоячих волн с помощью трубки Рубенса

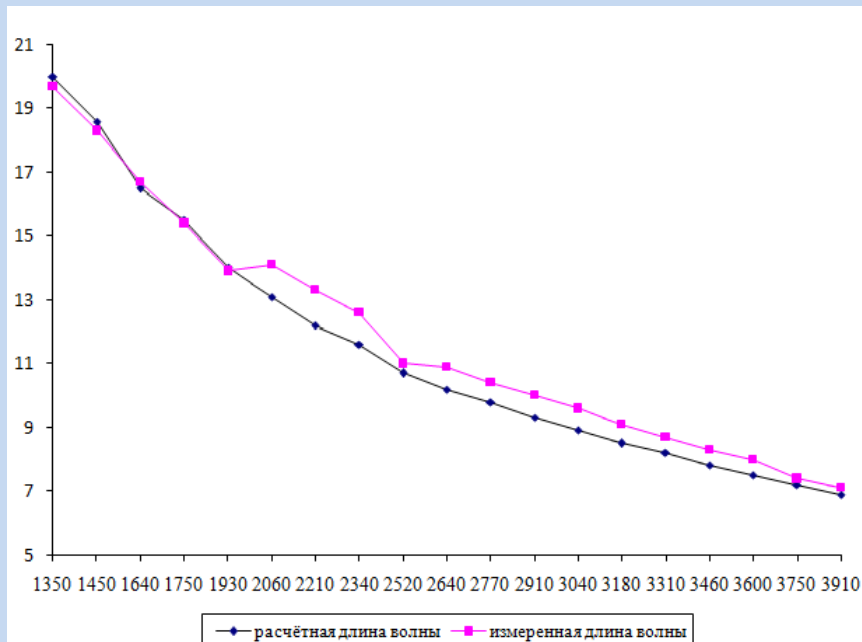
Результаты эксперимента заносим в таблицу.

№	Эксперимент 1			Эксперимент 2		
	расчётная длина волны, см	частота генератора, Гц	измеренная длина волны, см	расчётная длина волны, см	частота генератора, Гц	измеренная длина волны, см
1	20,0	1350	$57,3 - 37,6 = 19,7$	20,0	1350	$58,2 - 35,4 = 22,8$
2	18,6	1450	$53,6 - 35,3 = 18,3$	18,2	1490	$60,9 - 40,5 = 20,4$
3	16,5	1640	$55,6 - 38,9 = 16,7$	16,7	1620	$53,3 - 34,5 = 18,8$
4	15,5	1750	$49,2 - 33,8 = 15,4$	15,4	1760	$54,9 - 37,7 = 17,2$
5	14,0	1930	$30,4 - 16,5 = 13,9$	14,3	1890	$49,5 - 33,7 = 15,8$
6	13,1	2060	$51,6 - 37,5 = 14,1$	13,3	2030	$51,7 - 36,8 = 14,9$
7	12,2	2210	$53,6 - 40,3 = 13,3$	12,5	2160	$48,6 - 34,8 = 13,8$
8	11,6	2340	$49,0 - 36,4 = 12,6$	11,8	2290	$52,5 - 39,2 = 13,3$
9	10,7	2520	$54,1 - 43,1 = 11,0$	11,1	2430	$48,4 - 35,9 = 12,5$

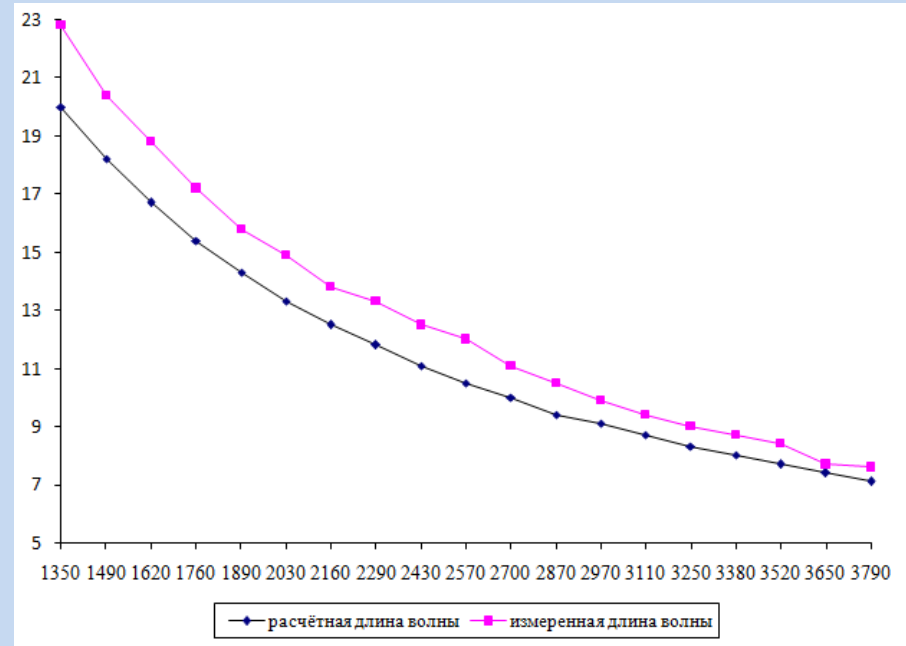
Экспериментальная часть исследования

Опыт 3. Получение стоячих волн с помощью трубки Рубенса

По полученным результатам строим графики зависимости длины звуковой волны в газе (рассчитанной по формуле и полученной экспериментально) от частоты



эксперимент №1



эксперимент №2

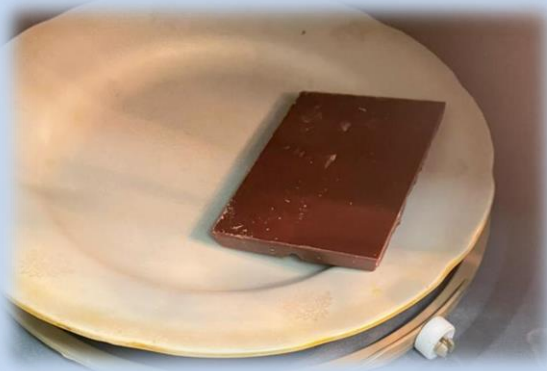
Вывод. С помощью трубки Рубенса можно не только визуально наблюдать звуковую продольную волну, но и довольно точно рассчитать её длину.

Экспериментальная часть исследования

Опыт 4 Получение следов электромагнитных волн с помощью микроволновой печи

Цель: наглядная демонстрация и измерение скорости электромагнитных волн в микроволновой части спектра путем измерения расстояния между горячими точками в микроволновой печи.

Оборудование: микроволновая печь, тарелка (безопасна для использования в микроволновой печи), рукавицы, линейка, калькулятор, плитка шоколада.



Измеряем расстояние между приготовленными (расплавленными) точками на шоколадке

Экспериментальная часть исследования

Опыт 4 Получение следов электромагнитных волн с помощью микроволновой печи.

Рассчитаем скорость микроволн, используя длину волны (измеренную) и частоту (указанную на этикетке печи)

$$c = \nu \lambda$$

№ опыта	Частота микроволновой печи ν , МГц	Длина волны λ , м	Скорость света c , м/с
1	2450	0,118	289100000
2		0,122	298900000
3		0,126	308700000

Вывод. С помощью современной бытовой техники можно наглядно продемонстрировать микроволны и измерить скорость электромагнитных волн в микроволновой части спектра путем измерения расстояния между горячими точками в микроволновой печи.

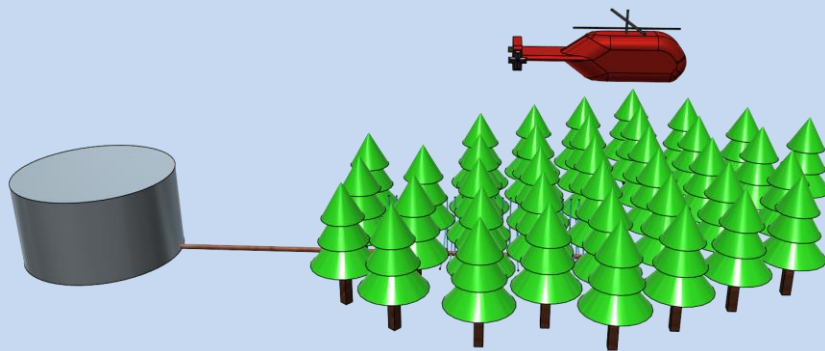
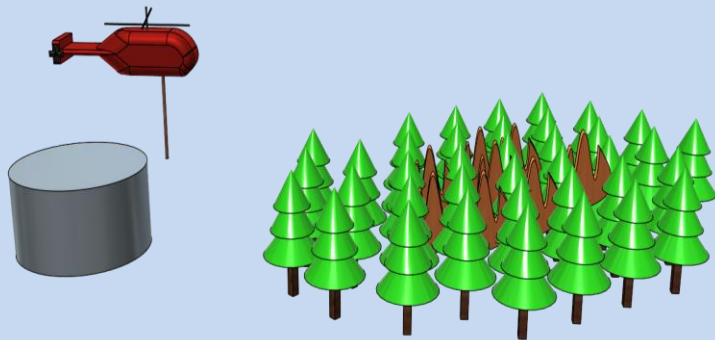
Визуализация стоячих волн

Заключение

- изучена и проанализирована энциклопедическая, справочная, научная, историческая литература о физике стоячей волны;
- теоретически изучены строение и принципы работы струнной машины, трубки Рубенса, метод резонанса;
- из подручных материалов спроектированы и собраны действующие модели для визуализации стоячих волн;
- проведены эксперименты, демонстрирующие работоспособность собранных установок.



Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Ольховская СШ»
Ольховского муниципального района Волгоградской области



Визуализация стоячих волн



Выполнил:

Головко Александр Витальевич
Колесов Владислав Игоревич
9 класс

Руководители:

Сивков Николай Петрович, учитель
физики,
Сивкова Анна Юрьевна, учитель
физики и математики