**Если уронить металлический шарик на резиновую мембрану, натянутую на пластиковый стакан, можно услышать звук. Объясните природу этого звука и исследуйте, как его характеристики зависят от существенных параметров.**

Цель моей работы состоит в том, чтобы исследовать причину возникновения звука и какие параметры на него влияют.

Я захотел решать данную задачу, потому что это очень интересно, весь наш мир это физические явления, не исключение и наш слух. Каждый день мы слышим тысячи, а может и миллионы разных звуков, даже находясь под водой мы можем услышать какой-то звук, это всё наши уши, которые нам помогают услышать окружающий мир. Акустика – очень интересный раздел физики, который я стал изучать.

В данной задаче присутствуют параметры звука: амплитуда (громкость звука) и частота колебаний (определяет тон звука), это всё относится к волнам, они бывают двух типов: поперечные и продольные. Одно из интересных явлений встречается в данной задаче: появление стоячей волны, которое имеет большое отличие от других волн; также резонанс, при появлении звука в сосуде (волн), то стенки сосуда начинают резанировать и увеличивают амплитуду колебаний, то есть громкость звука. У стоячей волны есть особенность: у неё есть так называемые узлы, где амплитуда равна нулю и пучности, где наибольшая амплитуду колебаний. Ну и одной из главных составляющих является мембрана, она вносит главный вклад в появления звука.

У мембраны есть разные моды колебаний, они зависят от того, как колеблется мембрана. Есть основная мода колебаний, частоту которой мы можем определить, а все последующие частоты отличаются на определённый коэффициент.

Были проведены эксперименты, где по сосуду с мембраной я бил резким ударом по стенке. Эти эксперименты я проводил со вторым пальцем, где в первом эксперименте он был на середине мембраны (оказывал воздействие), а во втором сбоку. Получив спектры, я увидел, что частоты отличаются, значит и правда, что моды колебаний мембраны имеют определённые частоты.

Далее я проводил эксперименты, где мембрана была плотно закреплена на штативах. Я бросал шарик на мембрану и записывал звук, получал спектр и проводил анализ. В последующих экспериментах я кидал шарик с такой же высоты, но мембрана была плотно прижата к сосуду. Сосуды брались одного диаметра, изменялась высота и толщина стенок. Я получил спектры (Спектр – это функция, которое получается на выходе из «фильтра», в нашем случаи это микрофон), где увидел, что частоты, которые были у мембраны, совпадают с частотами сосуда, то есть мембрана вносит вклад в образования звука, а сосуд резанирует его, увеличиваю его громкость. Были случаи, когда частоты (+- 5 Гц) совпадали, это означает, то, что одна частоты моды колебаний перекрывает другую, они накладываются друг на друга.

Дальше на спектрах я увидел, что при каждом падении шарика на мембрану присутствуют два пика, появилась теория о том, что при падении шарика на мембрану, мембрана его облепляет и возникает звук «отлипания». Я решил проверить данную теорию: в одном эксперименте шарик падал просто на мембрану, а во втором на мембрану, на которой была растёрта магнезия. На итоговых спектрах было видно, что в эксперименте с магнезией не было второго пика.

Также одним из вопросов был про первый пик в начале спектра. Данный пик был во всех экспериментах до 110 Гц. Я решил прикрепить микрофон к столу и произвести бросок шарика, на спектре данного пика не было, то есть это низкочастотные колебания, которые не передаются по столу. Получается первый пик – это возбуждения всех мод колебаний мембраны, а дальше остаются только те, которые «нужны сосуду», то есть это всё зависит от добротности сосуда. (Добротность - параметр колебательной системы, определяющий ширину резонанса и характеризующий, во сколько раз запасы энергии в системе больше, чем потери энергии).

В виде мембраны я использовал резиновый шарик, у него есть градиент натяжения, то есть его плотность в разных местах разная, значит и натяжение. Это я учитывал в своих экспериментах. На спектре можно увидеть влияние градиента натяжения, это будет видно в виде маленьких пиков с небольшой амплитудой, но отличить среди них основные моды колебаний несложно, так как у основных мод колебаний амплитуда гораздо больше.

Во всех экспериментах был микрофон с линейным АЧХ.

**Далее были получены результаты:** 1. Были получены видео броска шарика на мембрану, с **меняющимися высотами и стенками сосудов**, с записью на микрофон с **линейным АЧХ** находившимся на расстоянии **8,5 см над мембраной;** 2.Шарик падает на мембрану – возникает звук; 3. При выведении мембраны из состояния покоя, возбуждаются все моды колебаний, на спектре видны моды, которые появились в сосуде.

**Выводы:** 1. Выяснили, что звук при падении шарика появляется от колебаний мембраны, но его усиление происходит от того, что звук отражается от стенок сосуда и возникают стоячие волны; 2. Также удалось выяснить зависимости частоты от высоты: **чем выше сосуд, тем громче звук**; 3. Экспериментально выявили, что при падении шарика на мембрану, образуется звук с частотами, которые повторяются, где главный вклад вносит мембрана; 4. Подтвердили, что при ударе шарика мембране передаётся энергия, от которой зависит громкость звука.