**КГУ «СОШ№6 города Павлодара»**

Тема**: «Создание проектов по информатике на основе датчиков ArduinoЛевитрон»**

**Аннотация**

**Тема: «Левитрон»**

**Гипотеза:** создание эффекта левитации возможно в домашних условиях

**Цель:** создание установки для наблюдения и изучения акустической левитации

**Задачи:**

1.Познакомиться с явлением акустической левитации;

2. Сформулировать теоретическое описание явления;

3. Собрать установку для наблюдения акустической левитации

**Актуальность:**  актуальность данного проекта связана с перспективами, открывающимися при освоении еще недостаточно изученного явления левитации, а также с многообразием вариантов ее потенциального применения в науке и технике

**Новизна**: Новизна работы заключается в том, что в ней подробно систематизированы и рассмотрены с точки зрения физики основные имеющиеся на сегодняшний день знания о методах технической левитации. На основе сведений, полученных путем теоретического анализа, выделены несколько критериев, по которым лидируют те или иные способы левитации

**Практическая значимость:** В реальной жизни нельзя парить над землей без специальных приспособлений, а во многих фильмах о будущем это явление повсеместно. Почему же до сих пор «мечта» режиссеров: заставить людей летать не реализована даже в условиях современной технической оснащенности

**Методы исследования:**

- анализ научной литературы;

- наблюдение;

-сравнение.

Оглавление

**Введение1**

**Глава 1. Теоритическая часть**2-8

1.1 Левитация. Виды левитации2-4

1.2 Физика звуковой левитации4-5

1.3 Стоячая звуковая волна5-7

1.4 Затухание звуковой волны7-8

**Глава 2. Исследовательская часть**11-13

2.1 Создание левитрона11-12

2.2 Наблюдение левитации. эксперемент13

**Заключение**1**4**

**Литература**15

**Введение**

Задумывались ли вы когда-нибудь над тем, каково это – без опоры парить в воздухе? А жить в доме, где вся мебель висит, не касаясь, пола? Звучит скорее как сюжет из научной фантастики, нежели реальное настоящее или ближайшее будущее. Однако уже сейчас технологии позволяют нам реализовать эти футуристические мечты на практике, используя при этом один или несколько способов левитации. Акустическая (звуковая) левитация – это одно из открытий человечества, которое дает возможность сконструировать механизмы, позволяющие людям не рисковать своей жизнью при переносе опасных веществ, получать и перемещать сверхчистые вещества . Акустическая левитация – это процесс, который появился не так давно, например, японские ученые научились приводить в движение частицы воды при помощи акустической системы. На самом деле, левитировать могут не только жидкости, но и легкие частицы. С использованием акустической левитации удобно передвигать легкие предметы, к которым нельзя прикасаться на производстве, в таких сферах, как фармацевтика. Неслучайно тема нашего проекта «Левитрон»,она интересна и актуальна в наши дни.

**Глава 1. Теоретическая часть**

**1.1 Левитация. Виды левитации**

Явление левитации само по себе не является чем-то сверхъестественным. Левитация это преодоление гравитации, при котором объект парит в пространстве без какой-либо опоры. Важно знать, что полёт не является левитацией. Данное явление можно повседневно наблюдать в нашей жизни. В физике левитация — это устойчивое положение объекта в гравитационном поле без непосредственного контакта с другими объектами. Необходимыми условиями для левитации в этом смысле является наличие силы, компенсирующей силу тяжести; и наличие возвращающей силы, обеспечивающей устойчивость объекта. Проще говоря, тело необходимо не только поднять над землей, но и зафиксировать его в устойчивом положении. Левитация — это явление, при котором какой-либо объект поднимается и висит в воздухе без всякой опоры или приспособлений Самый известный пример левитации, реализованный на практике, — высокоскоростные поезда на сверхпроводниках. Колеса обычного транспорта касаются дорожного полотна, поэтому на высокой скорости любая неровность или резкое торможение способны повредить как само колесо, так и поверхность, с которой оно соприкасается. Ну и все мы знаем, как порой трясет и бросает из стороны в сторону в автобусе или электричке. Левитирующие поезда — маглевы — лишены колес и движутся, не касаясь земли. Ими управляет электрическое поле, а в воздухе удерживают сильнейшие магниты. В этой технологии используются сверхпроводники — материалы, лишенные электрического сопротивления. Сверхпроводимость достигается только при определенной температуре, обычно очень низкой. Это осложняет технологию, но ученые не сдаются и ищут новые материалы, способные без сопротивления проводить ток даже при температуре, близкой к комнатной. Днище маглева — это магнит, индуцирующий электромагнитное поле в рельсах из сверхпроводника. Согласно закону Мейснера, при переходе в сверхпроводящее состояние магнитное поле полностью вытесняется из материала, оставаясь только на его поверхности. В итоге поля магнита и рельсов отталкивают друг друга, и поезд действительно зависает в воздухе. Несколько пассажирских маглевов курсируют в Китае и Южной Корее. Из-за больших расстояний в России технология поездов на магнитной подушке является очень перспективной . Достаточно успешные разработки ведутся в Санкт-Петербурге. Ученые уже создали прототип грузового и пассажирского маглева.

Виды левитации

В физике выделяют следующие виды левитации:

•магнитная левитация;

•электростатическая левитация;

•аэродинамическая левитация;

•оптическая левитация;

•акустическая (звуковая) левитация;

•плавучая левитация;

•эффект Казимира.

На наиболее перспективных и широко используемых видах стоит остановиться подробнее

**Магнитная левитация**

Магнитная левитация — это метод подъёма объекта с помощью магнитного поля.

То, что одноименные полюса магнитов отталкиваются, можно использовать для подъема с земли огромных тяжестей.

Можно левитировать сверхпроводники и другие диамагнитные материалы, если намагнитить их противоположным зарядом к магнитному полю, в котором они размещены.

Сверхпроводники совершенно диамагнитны — это означает, что их выталкивает само магнитное поле (эффект Мейснера-Оксенфельда).

Поскольку вода является диамагнитным материалом, это свойство было использовано для левитации капель воды и даже животных организмов, таких как кузнечики и лягушки.

Для левитации необходимо наличие силы, которая компенсирует силу тяжести. Источниками таких сил могут быть струи воздуха, сильные звуковые колебания, лазерные лучи, магнитное поле. В зависимости от этого левитация может быть:

**Аэродинамическая**. Предмет парит за счет подъемной силы струи воздуха, что легко увидеть на опыте с пенопластовым шариком. Этот вид левитации используется в транспорте на воздушной «подушке» (катера, проекты автомобилей) и даже в развлечениях (аэрохоккей).

**Акустическая.** Основана на образовании в воздухе стоячих волн. Максимальный вес, который поднимали таким образом, не превышает нескольких граммов, причем звуковые волны могут находиться и вне слышимого диапазона.

**Оптическая**. Преодоление гравитации за счет светового давления. Мощный лазер может удерживать в воздухе частицу воды или масла диаметром порядка 50 микрометров. Это явление может найти практическое применение в сфере нанотехнологий.[6]

**Диамагнитная левитация** - тип левитации в сильном магнитном поле тела, содержащего в себе диамагнетик, например, воду. В очень сильных магнитных полях способны левитировать почти любые предметы. Вот, к примеру, лягушка левитирующая внутри круглого электромагнита.

**1.2 Физика звуковой левитации**

Акустическая левитация

Способ звуковой левитации основан на использовании звуковых волн для уравновешивания силы тяжести. На Земле это может привести к эффекту всплытия объектов и плавания над поверхностью Земли. В космосе это способ балансировки и стабилизации объектов в невесомости.

Физика звуковой левитации

Устройство акустической левитации состоит из двух основных частей:

преобразователя - вибрирующей поверхности, которая производит звуковые волны;

отражателя - пластины, от которой отражается звуковая волна.

Преобразователь и отражатель могут иметь вогнутые поверхности, чтобы фокусировать звук. Чтобы удерживать каплю воды, звуковая волна несколько раз проходит путь от источника к отражателю и обратно.

Когда звуковая волна отражается от поверхности, взаимодействие между ее сгущениями и разрежениями создает помехи. Сжатия звуковой волны встречают сжатия отраженной волны. Таким образом, создаются замкнутые области густого воздуха и области разреженного воздуха, называемые пучностями и узлами. Чтобы капля воды левитировала, необходимо поместить ее в узел звуковой волны, в этом случае создается постоянное давление на каплю снизу, что уравновешивает силу тяжести.

В космосе действует слабая гравитация. Плавающие частицы собираются в узлах звуковых волн и не разлетаются. В условиях земной гравитации частицы располагаются над пучностями, которые препятствуют падению частиц на землю.

Акустическая левитация может применяться в различных сферах: для управления взвешенными в воздухе частицами, поднятия тяжести, стабилизации и координации, позиционирования деталей, устройств на производстве, управления жидкими веществами.

**1.3 Стоячая звуковая волна**

Звук – физическое явление, представляющее собой распространение в виде упругих волн механических колебаний в твердой, жидкой или газообразной среде. Звуковая волна – упругая волна, воспринимаемая человеческим ухом. Стоячая волна — это волна, которая образуется при наложении двух встречных, совпадающими по фазам и с одинаковой частотой волн. Скорость распространения звуковой волны – это расстояние, на которое распространяется область сжатия или область разряжения волны за единицу времени. Обозначается эта величина буквой v. Выражение для скорости звуковой волны через длину волны и её частоту имеет вид 𝑣 = 𝜆∙𝑓. Для синусоидальной волны с частотой f, периодом v T и скоростью распространения формула длины волны имеет вид 𝜆 = 𝑣𝑓 = 𝑣∙𝑇.

Представим, что некоторая скалярная величина s следующим образом зависит от координат x, y, z рассматриваемой точки и времени t: 𝑠=𝐹(𝑥,𝑦,𝑧)𝑐𝑜𝑠(𝜔𝑡− 𝜑), где F(x, y, z) – некоторая однозначная функция, 𝜔 и 𝜑 – постоянные. Это значит, что величина s во всех точках пространства совершает гармоническое колебание с одинаковой частотой и фазой. Но амплитуда колебания различна для различных точек пространства. Это и есть стоячая волна.

Плоская стоячая звуковая волна, как частный случай звуковой волны, может быть получена, как суперпозиция двух плоских синусоидальных звуковых волн с одинаковой частотой, распространяющихся в противоположных направлениях. Допустим, амплитуда давления стоячей волны p будет зависеть от координаты x, а сама волна будет представлена суммой волн p1 и p2:

𝑝1= 1 /2𝑝0𝑐𝑜𝑠(𝜔𝑡− 𝑘𝑥) ,

𝑝2= 1/2𝑝0𝑐𝑜𝑠 (𝜔𝑡− 𝑘𝑥) ,

𝑝=𝑝1+𝑝2=1/2𝑝0𝑐𝑜𝑠(𝜔𝑡−𝑘𝑥)=𝑝0𝑐𝑜𝑠(𝑡𝑥)𝑐𝑜𝑠 (𝜔𝑡) ,

где k – волновой вектор, направление которого перпендикулярно фронту бегущей волны, а абсолютное значение равно волновому числу (2𝜋𝜆). Важно заметить, что для наблюдения стоячих волн расстояние между источниками звука должно быть кратным длине звуковой волны.

В нашем случае волна сферическая, и она также может быть получена, как сумма или разность двух синусоидальных сферических звуковых волн. Точки, в которых 𝑐𝑜𝑠(𝑘𝑥)=0 называются узлами стоячей волны. Давление в этих точках постоянно, и около них располагаются левитирующие тела Подъёмная сила возникает за счёт разности давлений, действующих на тело снизу и сверху.



**2.2 Затухание звуковых волн**

Тот факт, что звук распространяется с конечной скоростью, известен с давних времен – например, по наблюдению эхо. Измерения скорости звука всегда были довольно точны. Еще в 1738 г. французская академия наук получила для скорости звука в воздухе при 0°С значение 337 м/сек, всего на 1,7% отличающееся от современных измерений (332,45 м/сек). Но другое фундаментальное свойство процесса распространения — затухание в результате поглощения звука (т. е. перехода звуковой энергии в тепловую) — привлекло внимание только в XIX веке, а экспериментальное обнаружение и измерение поглощения было выполнено только в нашем веке. Это объясняется тем, что при умеренных частотах поглощение звука в воздухе или в воде удивительно мало и поэтому полностью маскируется другими причинами затухания [2].

Затухающие колебания — колебания, энергия которых уменьшается с течением времени. Свободные колебания любого осциллятора рано или поздно затухают и прекращаются. Поэтому на практике обычно имеют дело с затухающими колебаниями.

Уменьшение интенсивности звуковой волны по мере её распространения обусловлено рядом причин, основными из которых являются расхождение волны, рассеяние и поглощение звука.

Затухание вследствие расхождения волны связано с тем, что на больших расстояниях r от источника поток излучаемой звуковой энергии по мере распространения распределяется на всю увеличивающуюся площадь волновой поверхности и, соответственно, уменьшается поток энергии, приходящийся на единицу поверхности [3].

Обычно затухание происходит под действием сил сопротивления среды. Уменьшение интенсивности сферической волны обуславливается ее расхождением и затуханием колебаний, а плоской — только затуханием. Распространение сферической звуковой волны с амплитудой 𝑝 можно представить в виде 𝑝=𝑝0/𝑟𝑐𝑜𝑠 (𝜔𝑡−𝑘𝑟), где r – расстояние от рассматриваемой точки до источника. То есть, зная амплитуду давления 𝑝1 в некоторой точке, характерной расстоянием r1, можно получить значение амплитуды 𝑝2 в точке r2 из соотношения 𝑝2/𝑝1=𝑟1/𝑟2 . Помимо затухания звуковой волны, связанного с увеличением расстояния, существует затухание, связанное с потерями энергии в окружающую среду. Эти потери обусловлены вязкостью и теплопроводностью, но, они очень малы.

**2.3 Левитация предметов**

Величина силы, действующей на твердую сферическую частицу, в поле стоячей и прогрессивной волн в невязкой жидкости была теоретически найдена Л. Кингом ещё в 1934 г. Это явление не изучалось вплоть до 1988 года, когда Д. Фелипе Гейтану удалось захватить один пузырь в центре колбы, вибрирующий на своем уровне акустического резонанса; затем наблюдалась звуколюминесценция. Как только Гейтан получил этот эффект, он потерял интерес к дальнейшему исследованию.

Группа ученых из Университета Сан-Паулу и Эдинбургского университета представили свою методику акустической левитации в журнале Applied Physics Letters. Они отметили, что левитация небольших предметов с помощью стоячих волн давно практикуется в научном сообществе. При этом максимальный размер объекта составляет лишь четверть от длины акустической звуковой волны.

Исследователи заставили парить в воздухе пенопластовый шарик, который в 3,6 раза превышает используемую для его левитации длину звуковой волны. Исследователям удалось поднять в воздух пенопластовый шарик, который в 3,6 раза превышает по размеру длину волны (диаметр шарика составляет 50 мм, длина волны — 14 мм).

Исследователи из Бристольского университета (Великобритания) впервые добились устойчивой акустической левитации для объекта крупнее длины звуковой волны. Обычно проблема использования акустической левитации в том, что размеры звуковых волн, как правило, невелики, а наиболее длинные волны (инфразвук) вообще очень сложно применять поблизости от людей, поскольку такие волны могут вызвать у них неприятные ощущения. Звуки в слышимой части акустического диапазона — тоже не лучший выбор для акустической левитации, поскольку волны нужной энергии будут источником сильного шума. Поэтому авторы новой работы для своего эксперимента подобрали звуковые волны частотой в 40 килогерц, ультразвук, не мешающий человеку:

В эксперименте удалось заставить левитировать шарик из пенополистирола диаметром в 1,6 сантиметра. Во всех предыдущих опытах по акустической левитации с трудом удерживали объекты диаметром даже в миллиметр-другой. Размер левитировавшего объекта в этом эксперименте в 1,88 раза длиннее звуковых волн, использованных в эксперименте. Чтобы добиться удержания такого сравнительного большого объекта, авторы работы пошли на хитрость: они поддерживали объект не одним звуковым вихрем, как это делали раньше другие научные группы, а сразу несколькими совместно действующими звуковыми вихрями. Именно за счёт этого и удалось удерживать в воздухе объект таких размеров.

Однако пока поднять объект в воздух можно только в неподвижном режиме. Со временем ученые планируют поднимать в воздух более крупные объекты разной формы.

В качестве левитирующих объектов мы выбрали сферы из пенопласта. Зная их параметры, мы можем оценить давление в узлах стоячей звуковой волны.

Для описания явления акустической левитации запишем второй закон Ньютона: 𝑚𝑔+𝐹д=𝑚𝑎, где a = 0, т.к. тело находится в равновесии: 𝑚𝑔+𝐹д=0, 𝐹д=𝑃∙𝑆 – сила давления, где S – площадь половики сферы равна 𝑆=2∙𝜋∙𝑟2.

Для вычисления массы груза воспользуемся формулой m=𝜌𝑉, где 𝑉=4/3𝜋𝑟3

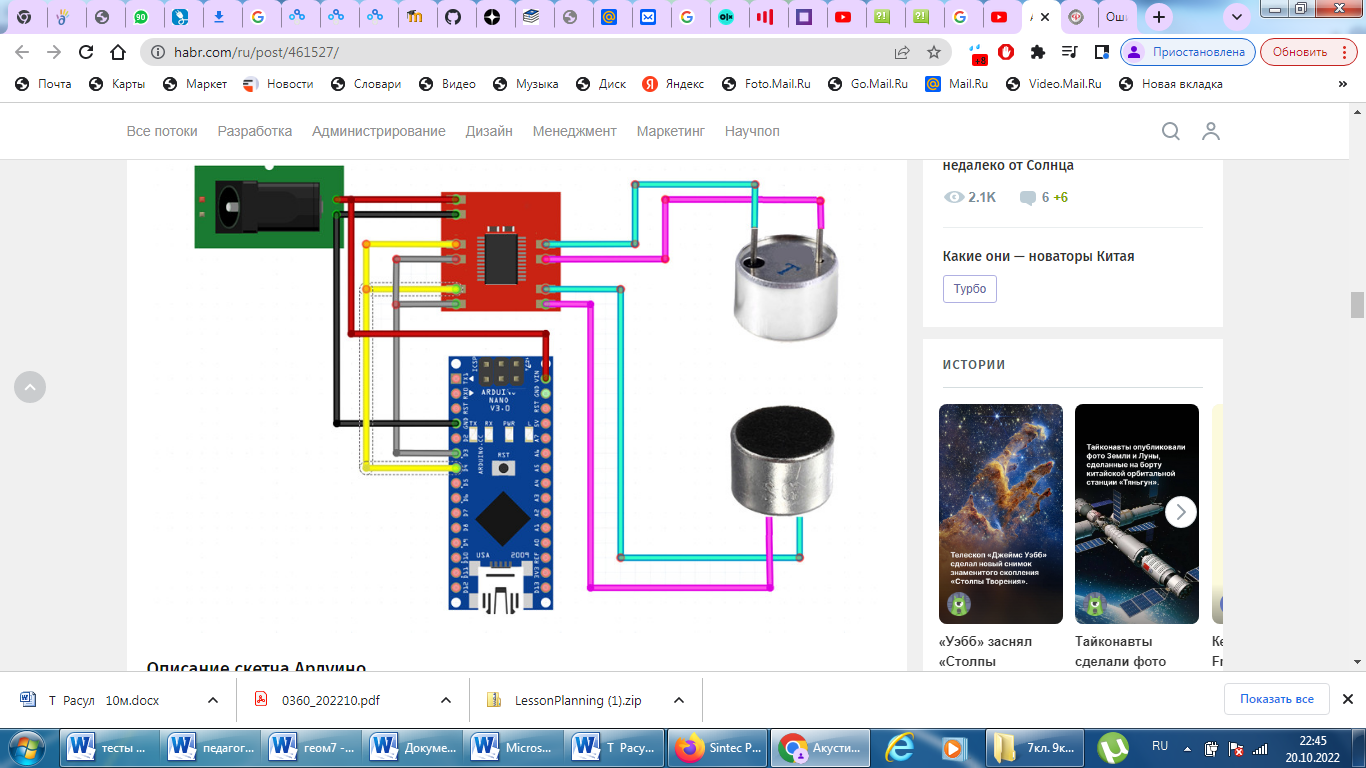
Давление звуковой волны, необходимое для поддержания левитации сферы из пенопласта: 𝑃=−𝑚𝑔/𝑆=−2/3𝜌𝑟𝑔 (минус в формуле показывает, что сила давления должна быть направлена против силы тяжести)

**Глава 2. Исследовательская часть**

**2.1. Создание левитрона**.

Наиболее простым и наглядным способом демонстрации ультразвуковой левитации служит создание левитрона.

Берем для создания левитрона два ультразвуковых дальномера расположенных друг против друга, а также драйвер двигателя 1508,стабилизатор напряжения, Arduino Nano для того чтобы залить скетч.



|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
| **Необходимые датчики для сборки левитрона** | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
| **Процесс сборки левитрона** | |

Устройство рабочее, а вот попытка сделать более мощный аппарат, для более тяжелых предметов, не удалась. Мощность устройства небольшая и "работать" оно будет только с небольшими легкими предметами, например, бумагой или пенопластом.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Эксперемент | |

**Заключение**

Я узнал, что такое левитация с точки зрения физики и познакомились с различными её видами. Выяснил, в каких отраслях уже применяют явление левитации, а в каких ведутся исследования по его использованию. Исходя из всего изложенного, можно сделать вывод, что создание эффекта левитации возможно в домашних условиях. В данной работе была изучена акустическая (звуковая) левитация, то есть способность веществ левитировать в звуковой волне, а также возможность переноса вещества с помощью левитации.

Применение ультразвуковой левитации расширяет технологические возможности как науки, так и техники, существует большое количество методов ее применения. В современном мире все чаще и чаще ученым приходится прибегать к изучению опасных или потенциально опасных веществ, контакт с которыми может быть губителен для человека. Или наоборот - контакт с материалом приведет к разрушению исследуемого материала. Чтобы подобного возможно было избежать и применяется ультразвуковая акустическая левитация, которая позволяет удерживать подобные соединения, или даже синтезировать их непосредственно в воздухе.

**Список используемой литературы:**

1. Т.И. Трофимова Курс физики: Уч. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.

2. Физическая энциклопедия. В 5-ти томах. – М.: Советская энциклопедия. Главный редактор А. М. Прохоров. 1988.

3. М.А. Исакович «Общая акустика», издательство «Наука», 1973г.

4. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики ( в трех томах): Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1979

5. Г.С. Горелик, «Колебания и волны, введение в акустику, радиофизику и оптику», издание второе, Государственное издательство физико-математической литературы, 1959г.

6. Акустическая левитация [Электронный ресурс]. – URL: http://www.metodolog.ru/01346/01346.html (Дата обращения 18.01.2022)

7.В.Уразаев. Техническая левитация: обзор методов Технологии в электронной промышленности, №6 2007. - 8с

8. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 463 с