

Устройство и принцип работы пушки Гаусса

Байдадаев Арсений, Ворфоломеев Артём

МБОУ «Лицей 55», г. Пенза, Россия

Данный проект был выбран нами в связи с тем, что пушка Гаусса является отличным практическим примером для изучения магнитного поля, индуктивности и ферромагнетиков, а так-же за счёт того, что она интересна в создании и принципе действий.

Целью нашего проекта было создание пушки Гаусса и рассмотрения принципа её действия.

Задачами нашей работы являются

Создание самой пушки

Рассмотрение принципа её действия

Выяснение пользования пушки на практике

Исследованием и разработкой пушки Гаусса ученые занялись на рубеже 19 и 20 веков. Тогда, за неимением сферы, куда её можно применять, ученые пришли к выводу об её скудности практических применений, но в 21 веке можно снова задаться вопросом об её пользе и попытаться найти сферы её применения.

Пушка Гаусса — это разновидность электромагнитного ускорителя. Названа она в честь немецкого учёного Карла Гаусса, который заложил основы теории электромагнетизма. Следует знать, что этот метод ускорения масс используется в основном в любительских установках, так как не является достаточно эффективным для практической реализации. По своему принципу работы (создание магнитного поля) похожа на устройство, называемое линейным двигателем.

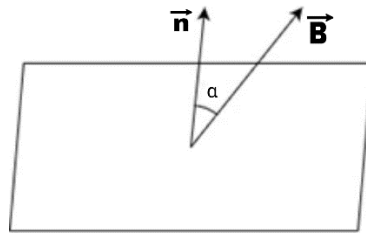
В основе понимания принципа работы пушки Гаусса лежит теория магнитного поля и явления электромагнитной индукции.

Магнитное поле - это особый вид материи, которая образуется вокруг проводника с током и посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися электрически заряженными частицами.

Основной характеристикой магнитного поля является:

Магнитная индукция – векторная физическая величина, которая является основной силовой характеристикой магнитного поля. Обозначается буквой B . Единица измерения магнитной индукции – Тесла (Тл). Магнитный поток Φ – физическая величина, равная произведению магнитной индукции на площадь контура и косинус между вектором индукции и нормалью к плоскости контура, через который проходит поток. Магнитный поток - скалярная характеристика магнитного поля. Можно

сказать, что магнитный поток характеризует количество линий магнитной индукции, пронизывающих единицу площади. Магнитный поток измеряется в Веберах (Вб).



$$\Phi = BS \cos \alpha ,$$

Где S – площадь контура, α – угол между положительной нормалью к контуру и вектором.

При изменении Φ в контуре наводится ЭДС индукции и возникает индукционный ток.

Согласно закону Фарадея, ЭДС индукции, возникающий в контуре, пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ через контур.

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Где $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ – скорость изменения магнитного потока Φ

В основе работы пушки Гаусса также лежит принцип возбуждения электромагнитных колебаний в электромагнитном контуре.

Электромагнитные колебания — это периодические изменения заряда, силы тока и напряжения, происходящие в электрической цепи. Простейшей системой для наблюдения электромагнитных колебаний служит колебательный контур.

Виды электромагнитных колебаний:

1. **Вынужденными электромагнитными колебаниями** называют периодические изменения заряда, силы тока и напряжения в колебательном контуре, происходящие под действием периодически изменяющейся синусоидальной (переменной) ЭДС от внешнего источника
2. **Гармоническими электромагнитными колебаниями** называются периодические изменения заряда, силы тока и напряжения, происходящие по гармоническому – синусоидальному или косинусоидальному – закону.
3. **Свободные колебания** – это колебания, которые возникают в системе после выведения её из положения равновесия.
4. **Затухающие колебания** - это такие колебания, амплитуда которых уменьшается с течением времени вследствие потерь энергии колебательной системой.

Колебательным контуром называется простейшая система, состоящая из конденсатора и катушки, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания.

Зарядим конденсатор, присоединив его на некоторое время к батарее с помощью переключателя. При этом конденсатор получит энергию

$$w_{\text{э}} = \frac{q_m^2}{2C}$$

Где q_m – заряд конденсатора

C – его емкость

По мере разрядки конденсатора энергия электрического поля уменьшается, но одновременно возрастает энергия магнитного поля тока, которая определяется формулой

$$W_M = \frac{Li^2}{2}$$

Где i – сила переменного тока; L – индуктивность катушки.

Полная энергия электромагнитного поля контура равна сумме энергий его магнитного и электрического полей:

$$W = \frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{q_{\text{max}}^2}{2C} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

Пушка Гаусса состоит из соленоида (одной из разновидностей катушки индуктивности), внутри которого находится ствол, обычно состоящий из диэлектрика. В один из концов ствола вставляется снаряд, сделанный из ферромагнетика. При протекании электрического тока в соленоиде возникает электромагнитное поле, которое разгоняет снаряд, «втягивая» его внутрь соленоида. На концах снаряда при этом образуются полюса, расположенные согласно полюсам катушки, из-за чего после прохода центра соленоида снаряд притягивается в обратном направлении, то есть тормозится. Поэтому, чтобы избежать торможения снаряда, длительность тока должна быть меньше времени, за которое снаряд дойдет до центра катушки. В любительских схемах иногда в качестве снаряда используют постоянный магнит, так как с возникающей при этом ЭДС индукции легче бороться. Такой же эффект возникает при использовании ферромагнетиков, но выражен он не так ярко благодаря тому, что снаряд легко примагничивается.

Для наибольшего эффекта импульс тока в соленоиде должен быть кратковременным и мощным. Обычно, для получения такого импульса используются электролитические конденсаторы большой ёмкости и с очень высоким рабочим напряжением.

За счёт сетевого напряжения через диод(2) и контрольную лампу(1) заряжаются конденсаторы(3), по мере заряда лампа уменьшает свою яркость.

Далее сетевое напряжение отключается от цепи.

С помощью кнопки (5) замыкается другая цепь состоящая из катушки (4) и конденсаторов(7), в момент замыкания цепи весь накопившийся заряд с конденсаторов поступает на катушку резким импульсом, от чего пушка выстреливает.

Пожалуй, главным теоретическим применением пушки является отправка с помощью неё легких спутников на орбиту Земли. Ну и конечно, её также можно использовать при изучении принципов работы электрического поля, ферромагнетиков и использовать её в качестве оружия.

На данной фотографии вы можете увидеть схему, по которой изготавливалась пушка.

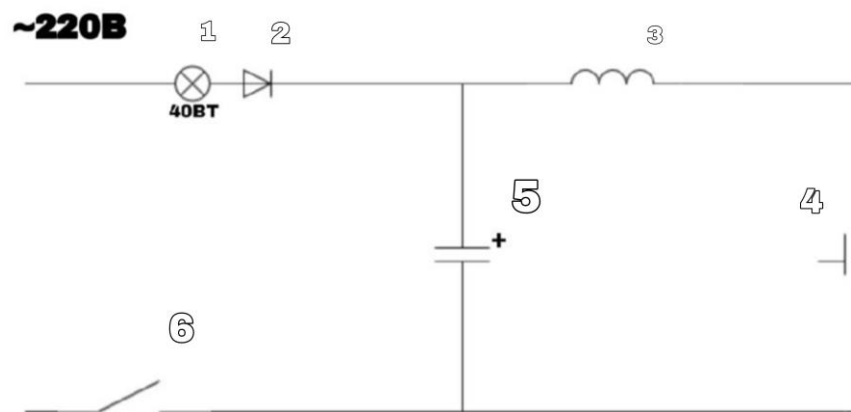


Рис. 1

Оригинальная схема пушки Гаусса, где: 1 – лампа; 2 – диод; 3 – катушка; 4 – кнопка; 5 – конденсаторы; 6 – ключ;

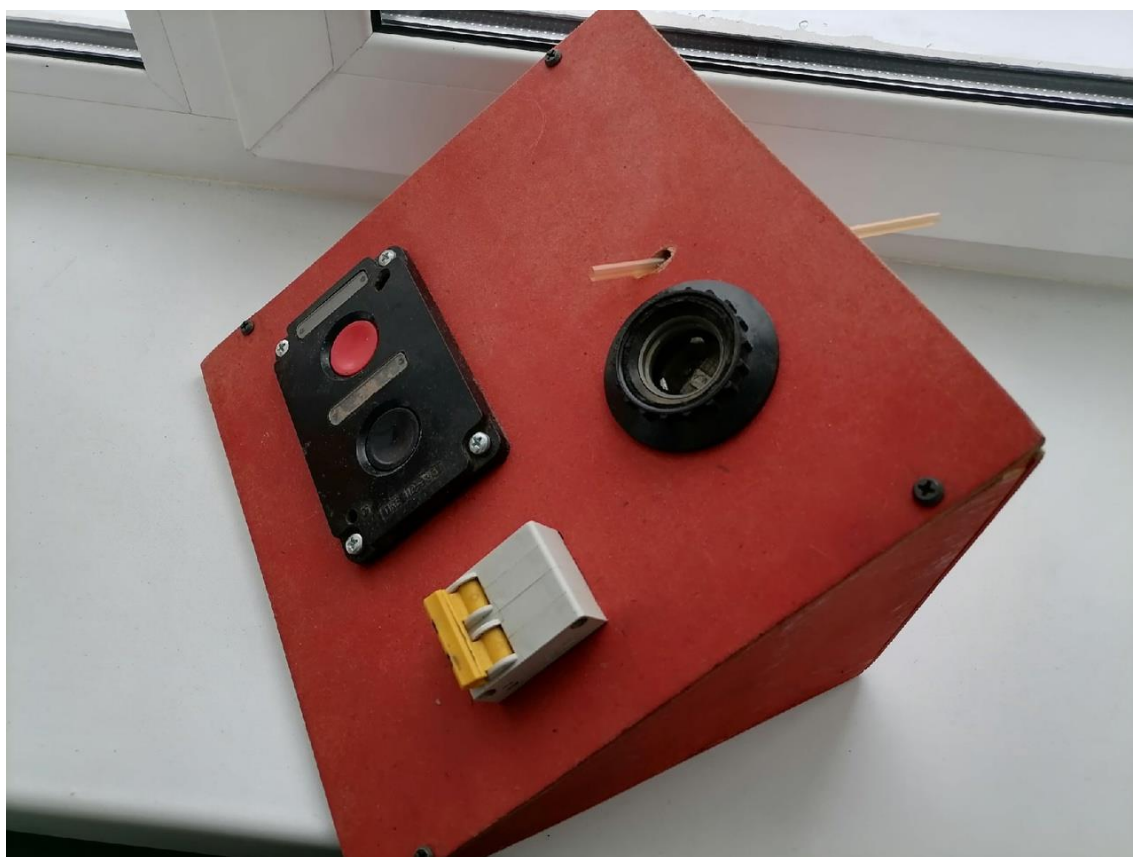
ДЕТАЛИ ПУШКИ ГАУССА:



ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ:



Готовая пушка:



Экономические затраты нашей работы составили:

Конденсаторы (6 шт) = 900р

Патрон с лампой = 100р

Проволока для катушки (10м) = 200р

Автоматический выключатель = 400р

Кнопка = 250р

Гнездо питания = 50р

Итого = 1900р

Изучив принцип работы, собрав и используя на практике, мы можем сказать, что создание пушки было интересным. Цель проекта мы выполнили, а также хотим сказать вам о нескольких проблемах и преимуществах её применения на практике в более масштабном плане.

Начнём с преимуществ использования пушки Гаусса в качестве оружия. Она довольно хороша в данной сфере использования, ведь не имеет ни гильз, ни ограничений в начальной скорости и энергии используемого боеприпаса. Также, она может быть практически бесшумна в том случае, если скорость снаряда не превышает скорость звука. Но не смотря на плюсы, использование пушки Гаусса в качестве оружия довольно нецелесообразная затея, ведь она потребляет большое количество энергии, а также имеет очень маленький КПД. Только 1-7% заряда конденсаторов переходят в кинетическую энергию снаряда. Как раз из-за низкого КПД и происходят большие расходы энергии. Ещё один минус, который выходит из первых двух – большие габариты и большой вес, в том случае, если цель её использования не просто любительская демонстрация принципа её работы. Также существует трудность с долгим накоплением заряда конденсаторов, из-за чего помимо и так немалой пушки, нам придется носить с собой источник питания, который должен быть немалой мощности.

Исходя из этих основных проблем, мы можем сделать вывод, что пушка хоть и выглядит довольно привлекательно в перспективах использования её как оружия (если конечно будут созданы компактные и очень мощные источники энергии и высокотемпературные сверхпроводники), однако имеет большое количество аналогов, которые превосходят её по многим параметрам.

Используемые материалы:

<https://www.youtube.com/watch?v=MyQB-Ag4pdc>

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0_%D0%93%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%B0

<https://school-science.ru/2/11/30983>

Физика 11 класс Мякишев, Буховцев, Чаругин. 2013 г.

Рецензия на работу

ученика 10 класса МБОУ «Лицей №55» г. Пензы Байдадаева Арсения
и студента многопрофильного колледжа Ворфоломеева Артема
«Устройство и принцип работы пушки Гаусса»

Проектная работа актуальна, поскольку ее востребованность доказана самой жизнью. Работа доказывает, что знания, полученные в школе, позволяют создать действующее электромагнитное устройство.

Авторы поставили себе задачу создать рабочую модель пушки Гаусса и изучить принцип ее работы.

Материал изложен грамотно и логично, структура полностью соответствует требованиям. Хорошее полное заключение обобщает сказанное выше и подводит логический итог рассмотренному материалу.


Результатом проведенной работы является изготовление пушки Гаусса. Данная работа расширила знания ребят о магнитном поле.

Во время выполнения работы Байдадаев Арсений и Ворфоломеев Артем проявили высокую степень самостоятельности.

Достоинствами исследования являются его наглядность, логичность, четкая взаимосвязь между частями, конкретность и детальная разработанность предложенного материала.

Считаю, что проектная работа «Устройство и принцип работы пушки Гаусса» достойна для представления на научно-практической конференции.

Рецензент:

председатель МО учителей математики и физики  Росеева Е.В.