



# Высокочастотный трансформатор Тесла

Работу выполнила

Ученица 11 класса

МОУ «Азовская школа– гимназия »

Ахчилова Сание

# Цели и задачи исследования

## **Цель исследования:**

- Исследовать высокочастотный трансформатор Тесла и на основе действующей установки провести эксперименты.

## **Методы и приемы исследования:**

- Поиск информации в различных источниках
- Эксперимент

## **Задачи исследования :**

- Познакомиться с биографией Николы Тесла и историей изобретения трансформатора Тесла
- Познакомиться с принципом работы и основными типами трансформаторов Тесла
- Поиск деталей и изготовление высокочастотного трансформатора
- Проведение опытов, демонстрирующих работу трансформатора
- Проверка вредного воздействия трансформатора на организм человека

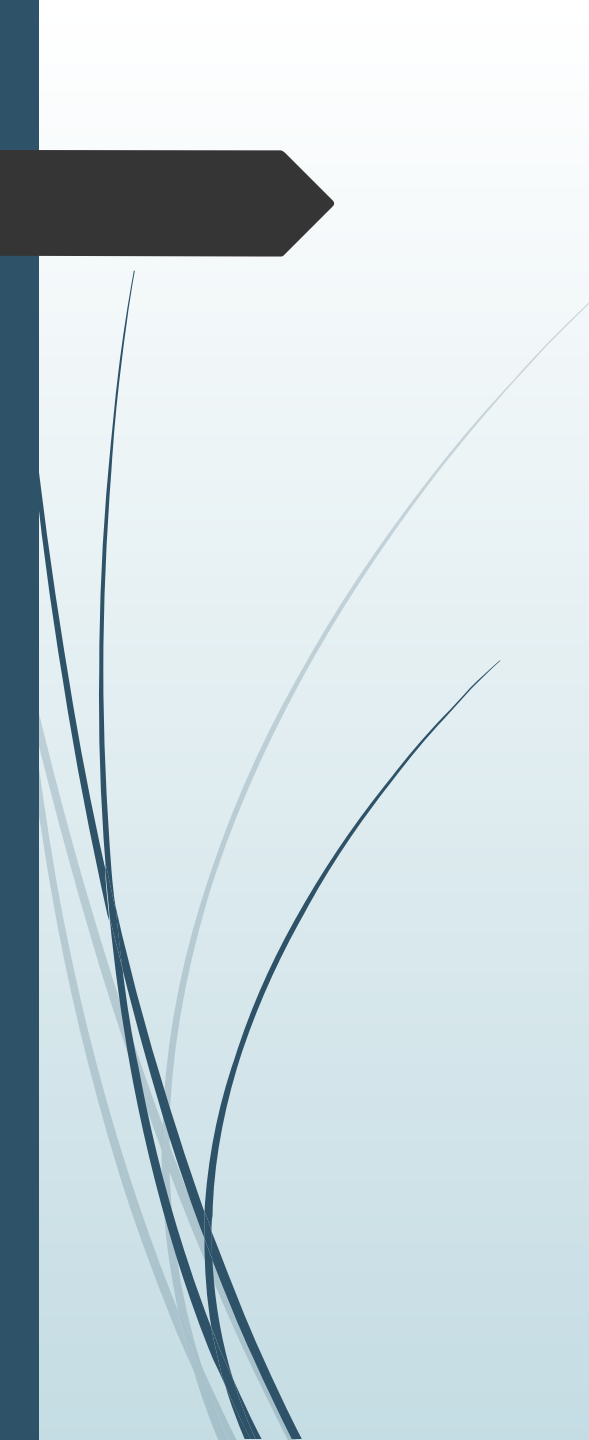


## ВВЕДЕНИЕ

*«Пусть будущее рассудит и оценит каждого по его трудам и достижениям. Настоящее принадлежит им, будущее, ради которого я работаю, принадлежит мне».*

*Н. Тесла*

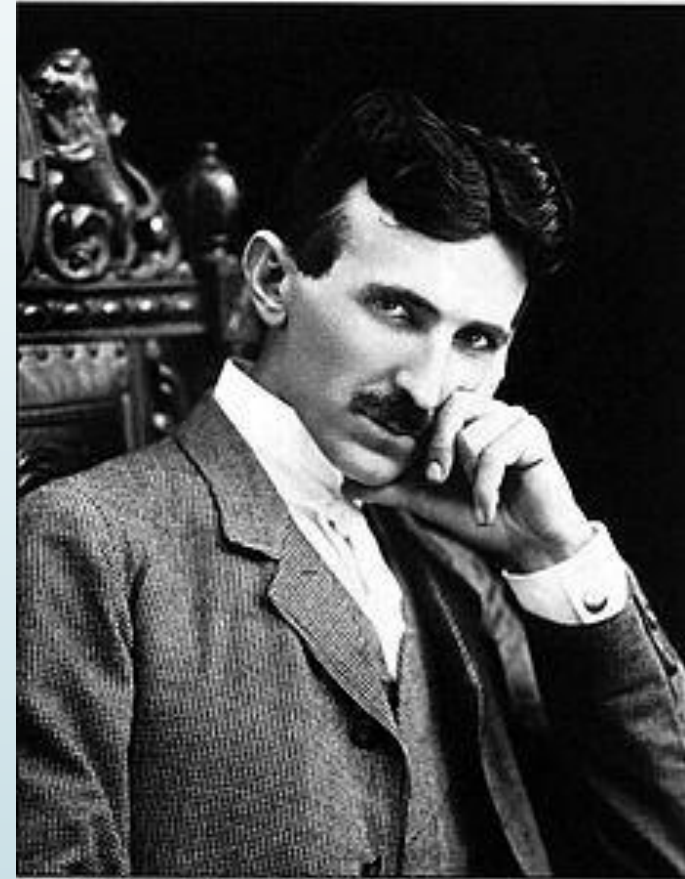
На страницах газет, научных журналов, телевидении и в Интернете, можно увидеть множество информации, которая описывает принцип работы высокочастотного трансформатора Тесла. А правда ли всё это? Нас очень заинтересовал данный прибор, и мы решили самостоятельно изготовить этот трансформатор и провести с ним опыты, наглядно показывающие его работу.



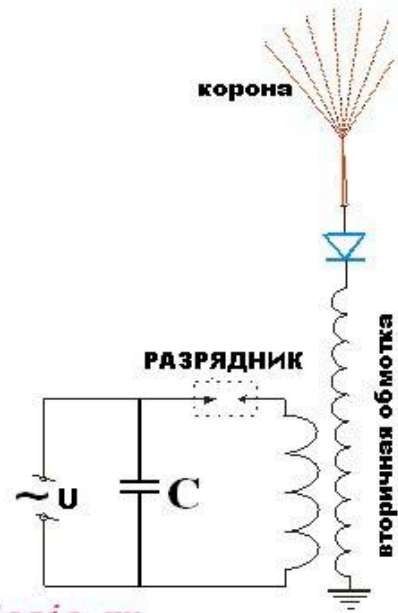
«Нет ничего, что в большей степени могло бы привлечь внимание человека и заслужило бы быть предметом изучения, чем природа. Понять ее огромный механизм, открыть ее созидательные силы и познавать законы, управляющие её, - величайшая цель человеческого разума». Этими словами начал Тесла свое выступление в Американском институте инженеров 20 мая 1892 года, где он прочел одну из своих лучших лекций по теме: «Опыты с переменными токами весьма высокой частоты и их использование для искусственного освещения»

# «Человек, опередивший время»

**Никола Тесла** (серб. *Никола Тесла*; 10 июля 1856, Смилян, Австрийская империя, ныне в Хорватии — 7 января 1943, Нью-Йорк, США) — изобретатель в области электротехники и радиотехники, инженер, физик.



# Трансформатор Тесла



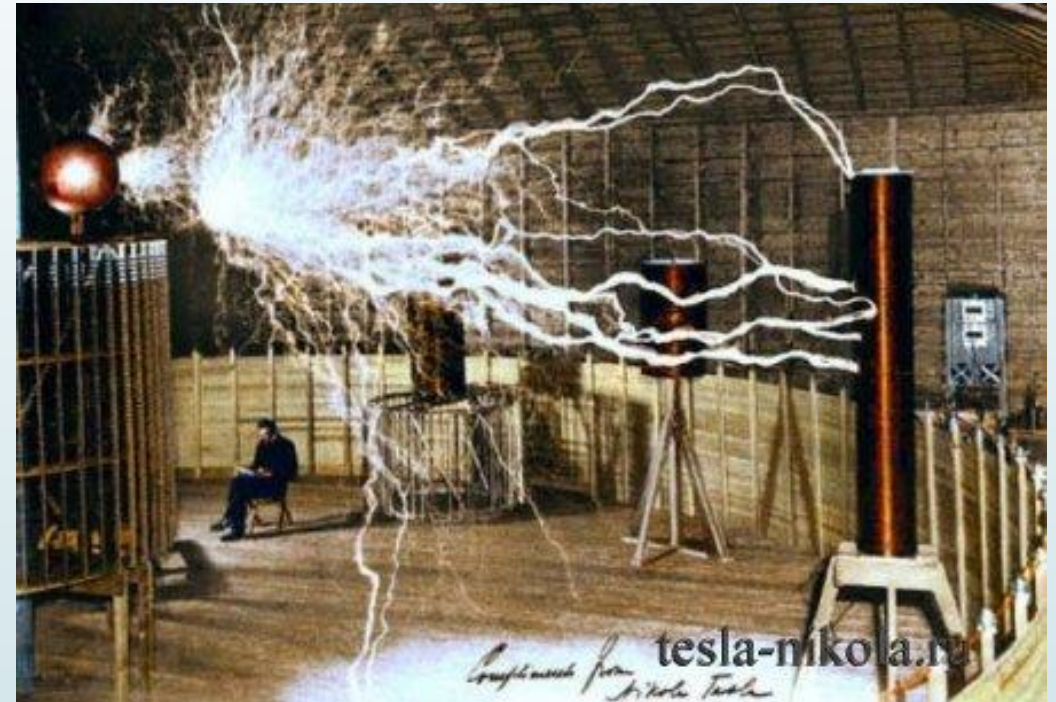
[www.intelologic.ru](http://www.intelologic.ru)



Трансформатор Тесла, также катушка Тесла (англ. *Tesla coil*) — устройство, изобретённое Николой Тесла и носящее его имя. Является резонансным трансформатором, производящим высокое напряжение высокой частоты. Прибор был запатентован 22 сентября 1896 года, как «Аппарат для производства электрических токов высокой частоты и потенциала».

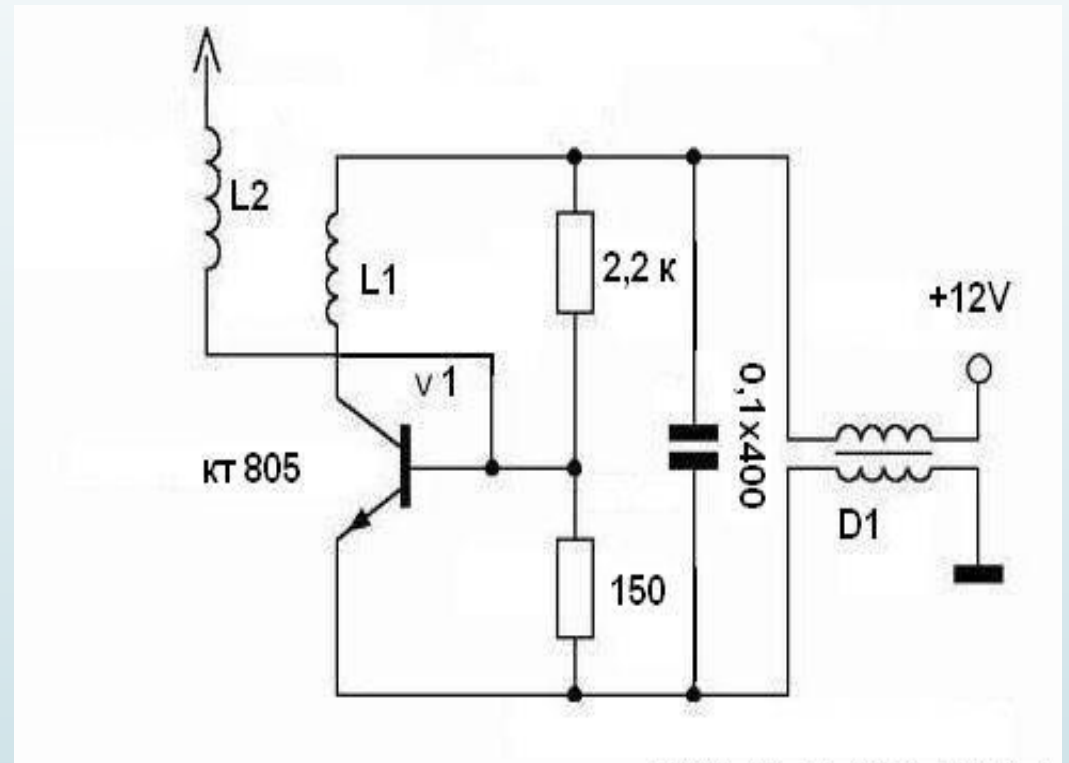


Простейший трансформатор Тесла состоит из двух катушек без общего сердечника. Трансформаторы Теслы обладают коэффициентом трансформации в 10-50 раз выше отношения числа витков вторичной обмотки к числу витков первичной. Выходное напряжение трансформатора Тесла может достигать нескольких МИЛЛИОНОВ ВОЛЬТ.



# Принцип работы Трансформатора Тесла

Трансформатор Тесла состоит из двух обмоток – первичной (L1) и вторичной (L2). К первичной обмотке подводится переменное напряжение и она создает магнитное поле. При помощи этого поля энергия из первичной обмотки передается во вторичную.





# Оборудование для опытов



$l_1$  – длина первички, см

$D_1$  – диаметр первички, см

$W_1$  – количество витков первички, см

$l_2$  – длина вторички, см

$D_2$  – диаметр вторички, см

$d_{2Cu}$  – диаметр провода вторички, мм

$Td_1$  – наружный диаметр тора, см

$Td_2$  – диаметр трубы тора, см

$W_2 = 9.7 \frac{l_2}{d_{2Cu}}$  – количество витков вторички, шт

$L_1 = \frac{0.01 \cdot W_1^2 \cdot D_1}{\frac{l_1}{D_1} + 0.45}$  – индуктивность первички, мкГн

$L_2 = \frac{0.01 \cdot W_2^2 \cdot D_2}{\frac{l_2}{D_2} + 0.45}$  – индуктивность вторички, мкГн

$C_{Lsec} = D_2 \left( 0.3777 + 0.0755 \frac{l_2}{D_2} + \frac{2.366}{10^3} \left( \frac{l_2}{D_2} \right)^2 \right)$  – ёмкость вторички, пФ

$C_{tor} = \left( 1 + \left( 0.2781 - \frac{Td_2}{Td_1} \right) \right) \cdot 2.8 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot (Td_1 - Td_2) \cdot Td_2}{25.8}}$  – ёмкость тора, пФ

$C_2 = C_{Lsec} + C_{tor}$  – общая ёмкость вторичного контура, пФ

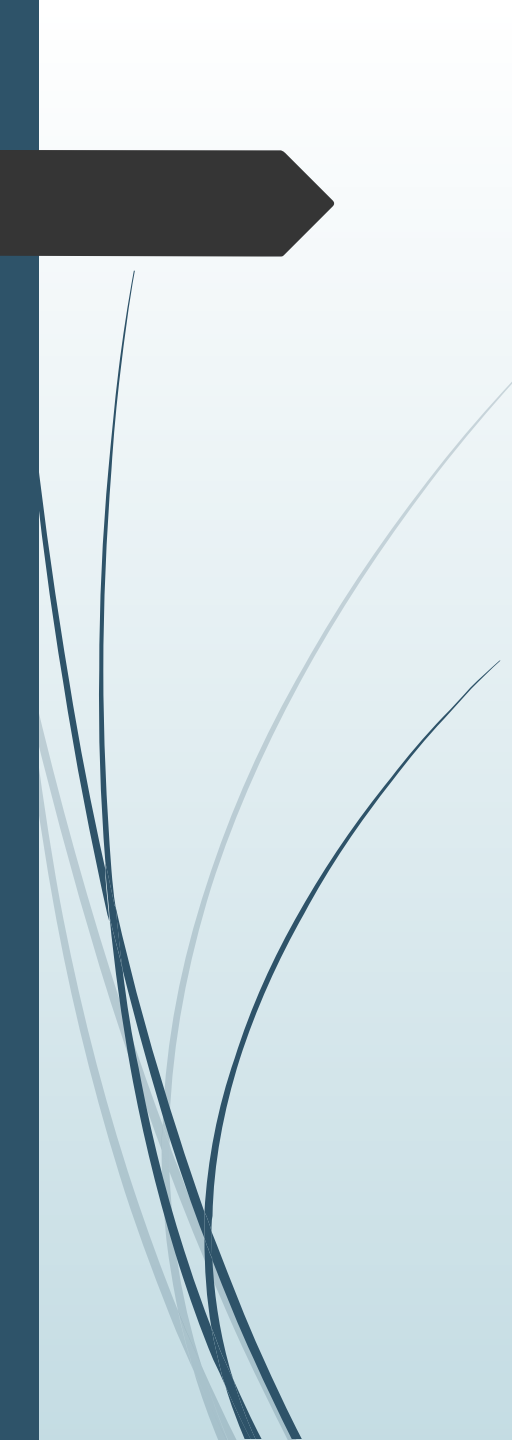
$C_1 = \frac{L_2 \cdot C_2}{L_1}$  – необходимая ёмкость конденсаторов первичного контура, пФ

$f = \frac{10^6}{2 \pi \sqrt{L_2 \cdot C_2}}$  – рабочая частота катушки, кГц

# Коэффициент трансформации

В первичной обмотке, имеющей  $N_1$  (4 витков) полная ЭДС индукции  $e_1$  равна  $N_1 e$ . Во вторичной обмотке полная ЭДС равна  $N_2 e$  ( $N_2$  – число витков этой обмотки (1000)). Отсюда следует, что  $\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}$ .

Таким образом, для действующих значений напряжений можно записать  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$ .



Повышающий трансформатор – трансформатор, увеличивающий напряжение ( $U_2 > U_1$ ). У повышающего трансформатора число витков  $N_2$  во вторичной обмотке должно быть больше числа витков в первичной обмотке, т.е.  $k < 1$ .

Понижающий трансформатор – трансформатор, уменьшающий напряжение ( $U_2 < U_1$ ). У понижающего трансформатора число витков во вторичной обмотке должно быть меньше числа витков в первичной обмотке, т.е.  $k > 1$ .

$N_1 = 4$  ВИТКОВ

$N_1 = 5$  ВИТКОВ

$N_2 = 1000$  ВИТКОВ

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{1000} = 0,005 < 1$$

$U_1 = 220$  В

$U_2 = ?$

$$U_2 = \frac{N_1}{N_2} \cdot U_1 = \frac{5}{1000} \cdot 220 = 1,1 \text{ В}$$

L1- первичная обмотка

$$D = 110\text{мм}$$

$$n = 4 \text{ ВИТКОВ}$$

$$S = 8\text{мм}^2$$

$$S = \pi r^2 \quad r = \frac{D}{2} \quad D = 2r$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 8\text{мм}^2}{3,14}} = 3\text{мм} \quad \text{- Диаметр индуктора провода}$$

Шаг намотки 25мм

$$P = 25\text{мм}$$

$$L_1 = \frac{D^2 * n^2}{45D + 100 * l}$$

$$L_1 = 1.661\text{мкГн}$$



$$\nu = \frac{l}{T}; T = 2\pi\sqrt{L_1 * C} \text{ - Формула Томсона}$$

$$T = 2\pi\sqrt{1.661\text{мкГн} * 5\text{мкФ}} = 18,08 * 10^{-6} \text{с} \text{ - Время одного полного колебания}$$

$\nu$  - Число колебаний в единицу времени

$L_2$  - Вторичная катушка

$$D = 5\text{см}$$

$$l = 22\text{см}$$

$$n = 733$$

$$L = \frac{D^2 * n^2}{45 * 5 + 100 * 22} = 5539\text{мкГн} \text{ - Индуктивность вторичной обмотки}$$

$$C = 4\text{мкФ}$$

$$T = 2\pi\sqrt{5539\text{мкГн} * 4\text{мкФ}} = 930 * 10^{-6} \text{с}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{930 * 10^{-6} \text{с}} = \frac{1000000}{930} = 1\text{кГц} \text{ - Частота вторичной катушки}$$

# Эффекты, наблюдаемые при работе трансформатора Тесла

Во время работы катушка Тесла создаёт красивые эффекты, связанные с образованием различных видов газовых разрядов.

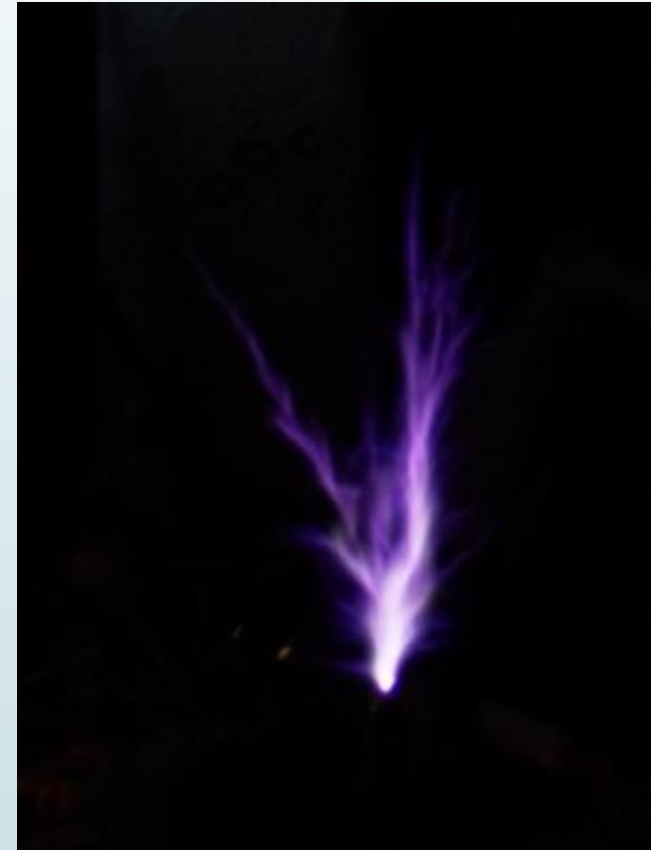
В целом катушка Тесла производит 4 вида разрядов:

- Стримеры
- Спарки
- Коронные разряды
- Дуговые разряды



# Стримеры

Стримеры (от англ. *Streamer*) — тускло светящиеся тонкие разветвлённые каналы, которые содержат ионизированные атомы газа и отщеплённые от них свободные электроны. Стример — это, по сути дела, видимая ионизация воздуха.



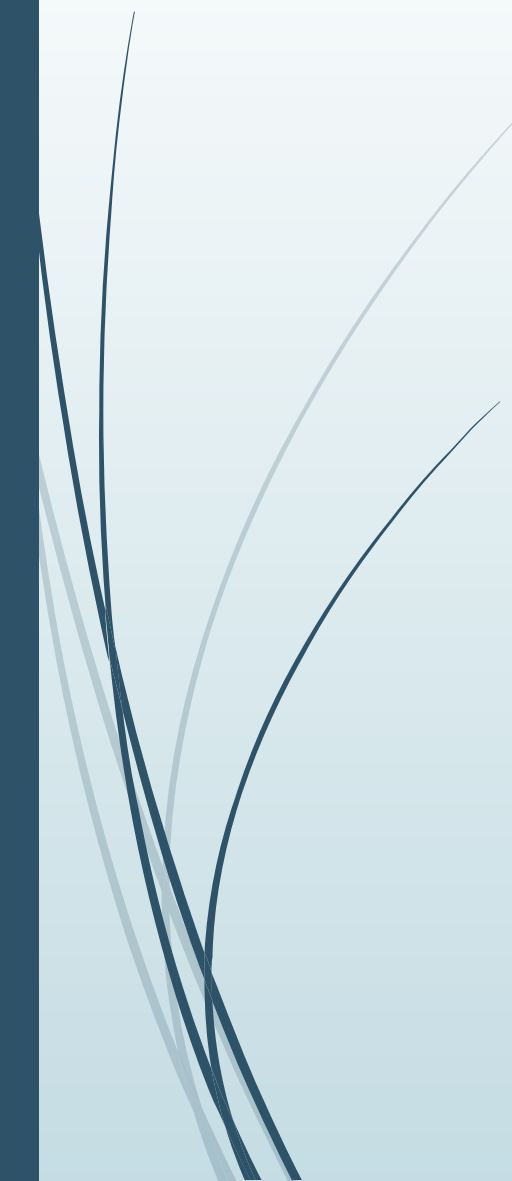
# Спарки

- Спарк (от англ. *Spark*) — это искровой разряд. Идёт с терминала (или с наиболее острых, искривлённых ВВ частей) непосредственно в землю или в заземлённый предмет.





# Коронные разряды



Коронный разряд — свечение ионов воздуха в электрическом поле высокого напряжения. Создаёт красивое голубоватое свечение вокруг ВВ-частей конструкции с сильной кривизной поверхности.

# Дуговые разряды

Дуговой разряд — образуется во многих случаях. Например, при достаточной мощности трансформатора, если к его терминалу близко поднести заземлённый предмет, между ним и терминалом может загореться дуга.





Свечение спектральных трубок, наполненных инертными газами. Свечение кварцевой лампы.



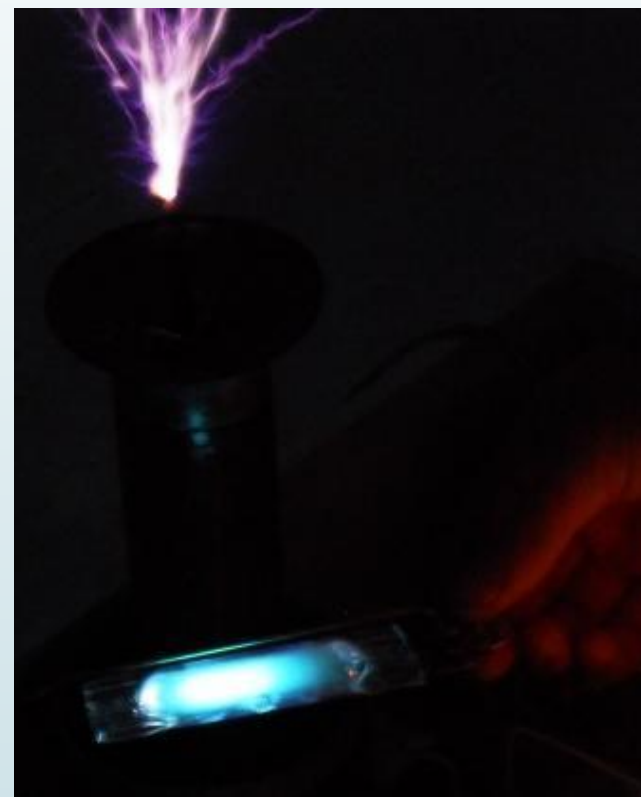
трубка с неоном



трубка с водородом



трубка с гелием



свечение кварцевой  
лампы

# Разряд в лампах накаливания



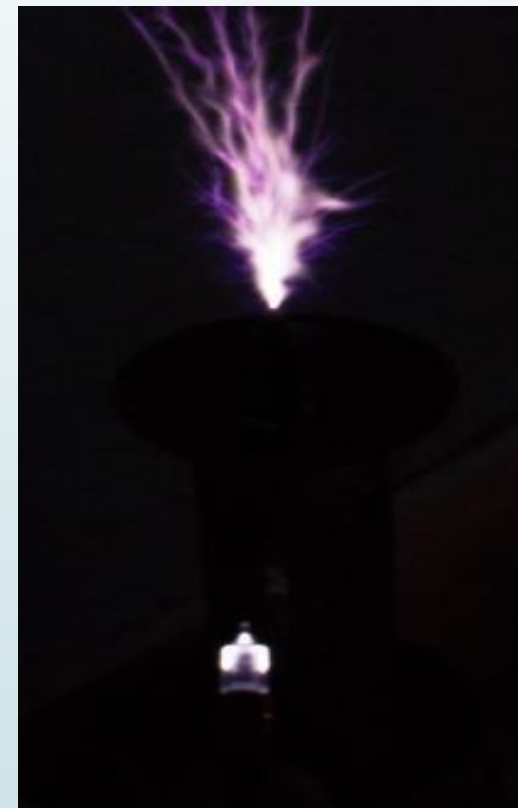
разряд в лампе  
накаливания



разряд в лампе от  
кинопроектора

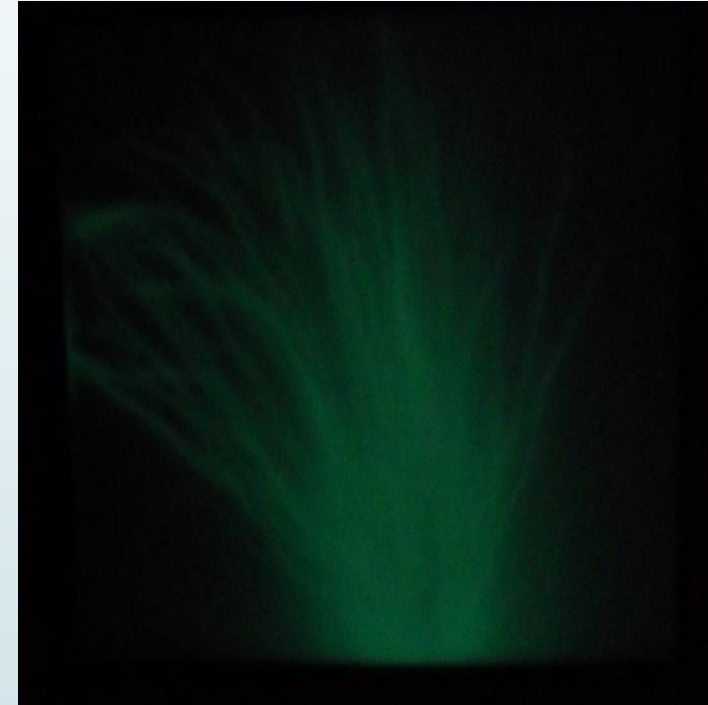
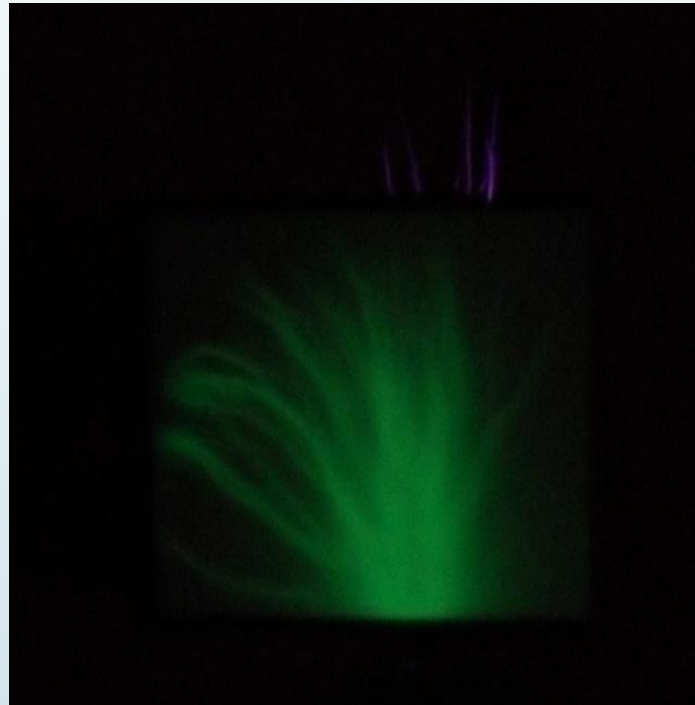


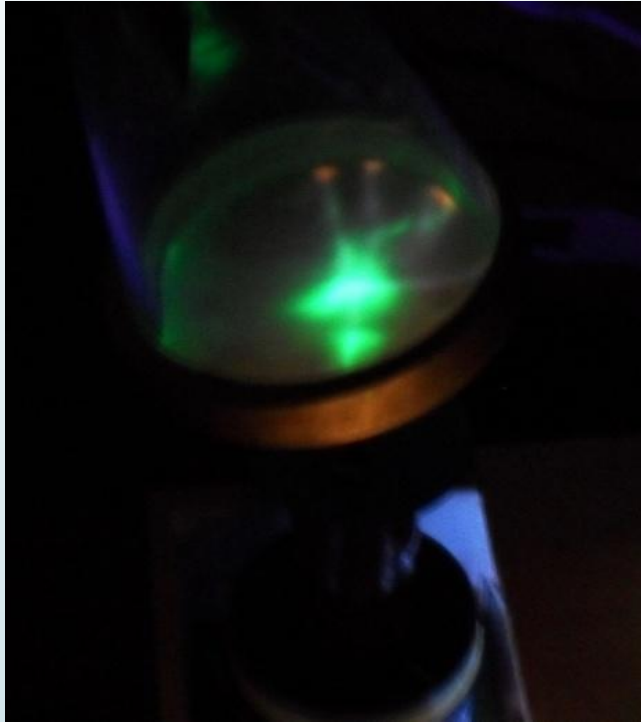
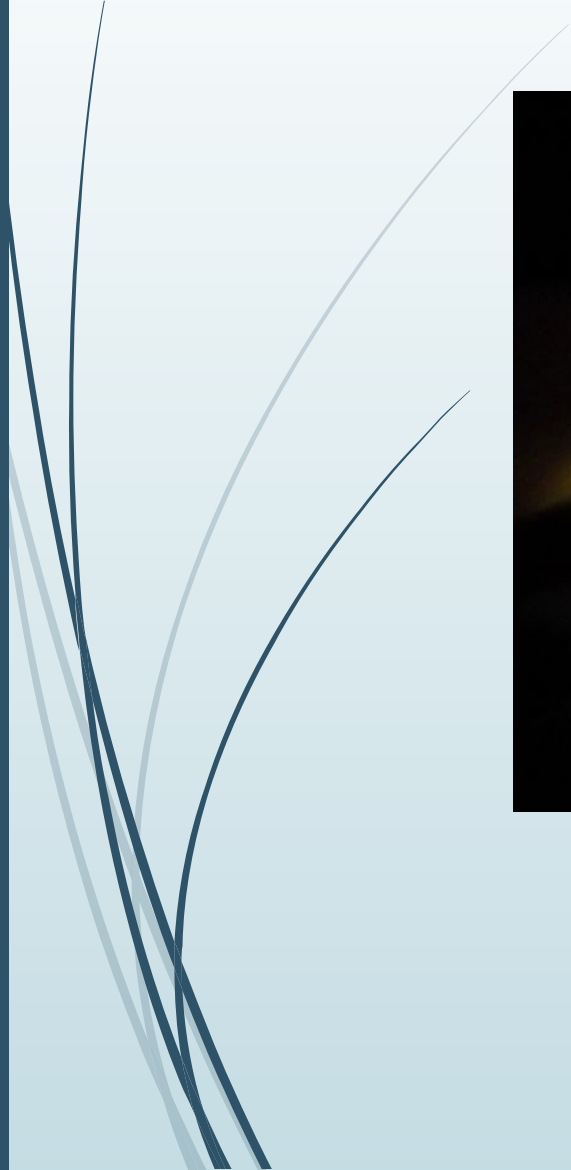
разряд в лампе ПКН



разряд в автомобильной лампе

# Явление флуоресценции и радиолюминесценции







# Влияние трансформатора на организм человека

Так как напряжение на выходе данного трансформатора является переменным высокочастотным, а ток чрезвычайно мал, разряд в тело человека не может вызвать серьёзные повреждения организма.

Но разряды, испускаемые трансформаторами Тесла, не полностью безопасны. Толщина скин-слоя для катушки Тесла составляет от 1 мм до 5 мм и её мощности хватит для того, чтобы разогреть этот слой кожи. При долгом воздействии подобных токов могут развиваться серьёзные хронические заболевания.

При работе с трансформатором существует опасность отравления озоном — ядовитым газом, имеющим характерный запах.



# Применение трансформатора Тесла

В наши дни трансформатор Теслы не имеет широкого практического применения. Он изготавливается многими любителями высоковольтной техники ради сопровождающих её работу эффектов. Применяется в медицине, для обновления кожи. Также он иногда используется для поджога газоразрядных ламп и для поиска течей в вакуумных системах.



# Выводы



- Трансформатор Тесла, является простым в изготовлении и настройке прибором.
- С помощью трансформатора Тесла можно продемонстрировать множество красивых и эффектных экспериментов.
- Устройство является безопасным для использования в учебных целях при соблюдении правил техники безопасности.
- Люди собирают трансформаторы Тесла ради того, чтобы посмотреть на впечатляющие, красивые явления.



# Заключение

Трансформатор Тесла, является простым в изготовлении и настройке прибором, предложенная нами конструкция, является недорогой.

Думаем, что учителям физики, нужно взять на заметку результаты наших исследований и ввести лабораторные работы с использованием трансформатора Тесла, для более подробного изучения конкретных тем из курса физики. Это значительно повысит у учащихся интерес к данным темам.