

Парамагнетики.

По реакции на внешнее магнитное поле вещества делятся на диамагнетики и парамагнетики. Диамагнетики ослабляют внешнее поле, парамагнетики усиливают.

Плазму относят к диамагнетикам. Это можно прочитать в Интернете, и так написано в учебниках по физике плазмы. Объясняется все элементарно просто: электроны плазмы, вращаясь по ларморовским орбитам, создают магнитное поле, направленное в противоположную сторону внешнему магнитному полю.

Может ли плазма в каких-либо случаях не ослаблять, а усиливать внешнее магнитное поле и стать парамагнетиком? Да, и это происходит в шаровых молниях.

Для этого необходимо, чтобы электроны, двигаясь по участкам ларморовской окружности, в общем движении стали вращаться в противоположном направлении по некоторой сложной ломаной орбите. Процесс такого движения показан на рис. 1 *(Здесь в каждой главе мы будем использовать независимую нумерацию рисунков для того, чтобы не нарушать их нумерацию в приведенных опубликованных статьях в научной печати).*

Это может происходить в столкновительной плазме, если электрон до столкновения с нейтральной частицей не успеет совершить полный виток по ларморовской орбите.

Эта идеализированная картинка позволяет понять, почему плазма шаровой молнии автономна и не требует внешнего магнитного поля во время своего существования, кроме первоначального момента.

Если возникли условия парамагнетизма плазмы, отключение внешнего магнитного поля не ведет к исчезновению внутреннего поля той же направленности, которое «подхватывает» внешнее, начиная выполнять его функции. Таким образом возникает «динамический электромагнит» и условия существования волны Холла.

Процесс возникновения парамагнитной компоненты в плазме нелинеен и зависит от многих факторов: величины внешнего магнитного

поля, скорости электронов, длины свободного пробега, индикатрисы рассеяния электронов на нейтральных частицах и т.д. Если учесть, что распределение в пространстве частиц и их скоростей носит статистический характер, то становится понятным, что задача определения средней траектории «обратного вращения» электрона довольно сложна.

Чтобы решить задачу оценки величины внутреннего магнитного поля плазмы, определим некоторые ее параметры и сделаем ряд упрощений.

Будем считать, что все электроны имеют температуру $T_e = 11600^\circ K = 1eV$. Тепловая скорость электронов определится формулой:

$$V_e = \sqrt{\frac{3kT_e}{m_e}} = 0.74 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$

Длина свободного пробега электронов в воздухе при нормальных условиях равна $\lambda = 3.7 \cdot 10^{-7} m$.

Определим максимальную индукцию магнитного поля, при которой электрон, двигаясь в перпендикулярной плоскости, не успеет совершить полный виток по ларморовской орбите:

$$B_{\max} = \frac{2V_e m_e}{\lambda e} = 22 T$$

Это означает, что плазма в магнитном поле с индукцией больше 22 Тесла теряет свои парамагнитные свойства и становится диамагнетиком.

Рассмотрим конфигурацию траектории электрона во внешнем поле, когда он испытывает 4 соударения с нейтральными частицами и движется по 4 дугам окружностей, замыкая токовый контур, показанный на рис 1.

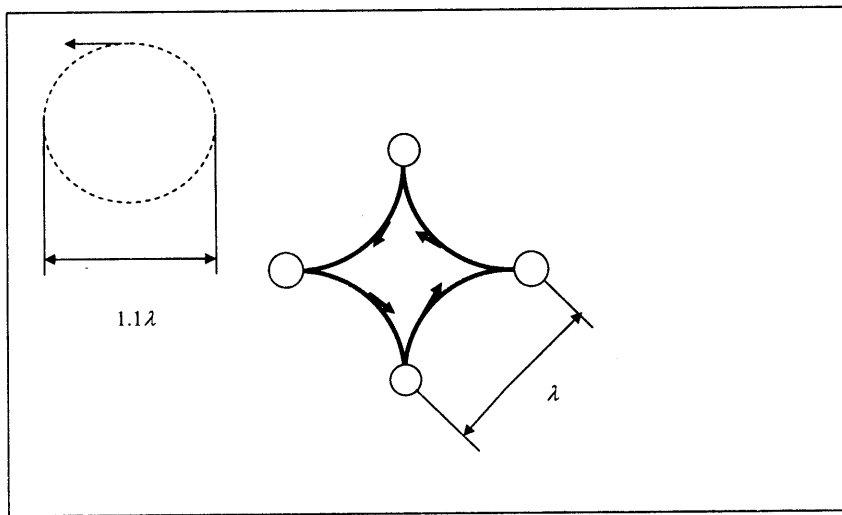


Рис. 1.

Заменим этот токовый контур окружностью диаметром 1.1λ с электроном, вращающимся в противоположную сторону относительно движения по ларморовским орбитам. Оба контура имеют одинаковые магнитные моменты.

Напряженность электрического поля микрогенератора Холла равна:

$$E_H = \frac{eB^2}{4m_e} \lambda$$

Для того, чтобы микрогенератор Холла обеспечивал $E_H = 2.7 \cdot 10^6 \text{ V/m}$, необходима индукция поля $B = 13 \text{ T}$.

Величина тока одного электрона

$$i = eV_e = 1.2 \cdot 10^{-13} \text{ A}$$

Магнитная индукция в центре витка с током:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

Магнитное поле от электрона, вращающегося по орбите диаметром 1.1λ:

$$B = \frac{\mu_0 i}{1.1\lambda} = 3.7 \cdot 10^{-13} T$$

Для того, чтобы создать поле в 13 Тл, необходимо $3.5 \cdot 10^{13}$ электронов.

Концентрация электронов плазмы в открытом воздухе может составлять $n_e \approx 3 \cdot 10^{20} m^{-3}$.

Поле напряженностью в 13 Т может создать объем плазмы менее 1 куб. см., что не выходит за рамки возможных физических параметров шаровой молнии.

Максимальный размер шаровой молнии.

Оценим максимальный размер шаровой молнии, исходя из плазмо-химических параметров излагаемой модели.

Шаровая молния – это неравновесная колебательно-возбужденная электрическим импульсом азотно-кислородная плазма. Время релаксации ее колебательного возбуждения - $\Delta t = 2 \text{ ns}$. Следовательно, для поддержания возбужденного состояния плазмы электрические импульсы должны следовать с частотой не менее 500 Гц. Это значение частоты повторения импульсов возьмем за основу оценки. Экспериментальные результаты, подтверждающие величину времени релаксации, показаны на рис. 1.

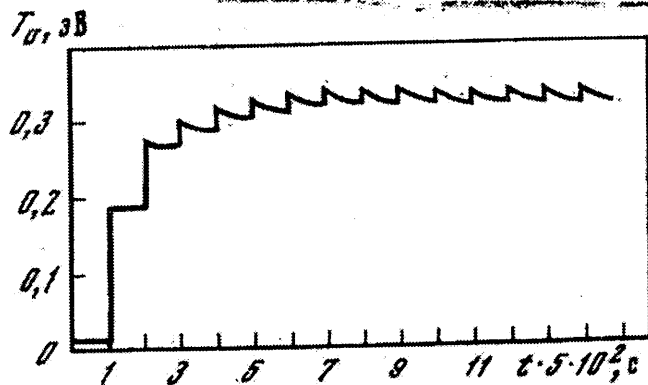


Рис. 1. Зависимость колебательной температуры смеси азот-кислород при импульсном возбуждении.

Экспериментально установлено (рис. 2) и теоретически показано, что максимальная энергия передается на колебательный уровень возбуждения двухатомных молекул, когда собственная энергия электрона равна 1 эВ. Это справедливо как для азота, так и для кислорода.

Отсюда можно рассчитать оптимальную напряженность электрического поля для возникновения шаровой молнии в воздухе. Для

этого необходимо, чтобы разность потенциалов между начальной и конечной точкой траектории движения электрона составляла 1 В. Участок, на котором движется электрон – это длина свободного пробега λ . Она определяется по формуле

$$\lambda = \frac{1}{QN_0}$$

где N_0 - концентрация молекул.

При нормальных условиях ($P=1\text{ atm}$, $T=273^\circ\text{K}$) в 1 cm^3 газа содержится

$N_0 = 2.683 \cdot 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ молекул (число Лошмидта).

Сечение соударений при скорости электронов 1 eV для азота $Q = 9.98 \cdot 10^{-16}\text{ cm}^2$, для кислорода $Q = 7.6 \cdot 10^{-16}\text{ cm}^2$. Отсюда следует длина свободного пробега электрона для воздуха $\lambda = 3.7 \cdot 10^{-5}\text{ cm}$.

Напряженность электрического поля в воздухе, которое обеспечивает энергию электрона 1 eV при соударении с нейтральными частицами, равна $E = 27\text{ KV/cm}$.

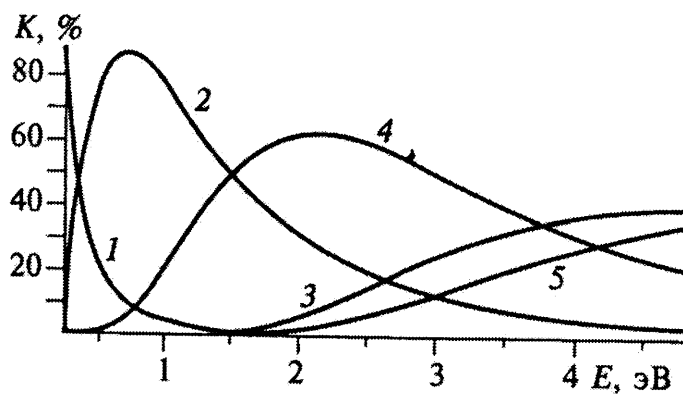


Рис. 2. Распределение энергии электрона при возбуждении молекулы.

- 1 - Упругие потери на поступательное движение.
- 2 - Возбуждение колебательных движений.
- 3 - Возбуждение электронной подсистемы.
- 4 - Диссоциативное прилипание.
- 5 - Ионизация.

Скорость распространения нелинейной плазменной волны определяется магнитной индукцией и для 13Т имеет величину:

$$V = \frac{\pi}{48} \frac{\lambda e B_z}{m_e} = 0.55 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$

Отсюда мы можем вычислить максимально возможный радиус шаровой молнии:

$$R_{\max} = V \cdot \Delta t = 1.1 \text{ km}$$

С какой скоростью может перемещаться шаровая молния?

Шаровая молния – это процесс плазмохимического горения азота, в основе которого лежит распространение волны Холла, поэтому она может проявлять свойства как волны, так и материального тела.

Про дуализм электрона В.И. Ленин писал: «Электрон так же неисчерпаем, как и атом.» Наверное, то же самое можно сказать и о шаровой молнии.

Например, она может пройти через стекло – это известно всем – а также может пройти и через металлический лист, что известно меньше. Факт прохождения через металл я наблюдал собственными глазами при экспериментах с искусственной шаровой молнией!

Для магнитного поля нелинейной плазменной волны диэлектрик, к которым относится стекло, не является препятствием, а металл, имеющий большую магнитную проницаемость, при некоторых условиях может даже его усилить. Условия протекания плазмохимической реакции окисления азота по обе стороны стеклянного или металлического листа одинаковы, и шаровая молния в этих случаях проявляет свойства волны, проходя через них. Конечно, это не имеет никакого отношения к квантовой механике, с позиций которой объясняется дуальное поведение электрона. Шаровая молния «гаснет» с одной стороны стекла, и «возрождается» с другой.

Осцилляторы волны Холла материальны и состоят из нейтральных частиц и электронов воздуха, поэтому шаровая молния проявляет свойства материального тела. Проявляя эти свойства, шаровая молния, как правило, следует за ветром, но иногда может двигаться и в противоположном направлении, если плазмохимическая реакция с наветренной стороны идет интенсивнее, что может привести к повышенной напряженности поля и к повышенной скорости плазменной волны. Такая ситуация может возникнуть в неоднородном по составу воздухе, например, в инверсионном следе пролетевшего самолета. Молния

может также обгонять сопутствующий ветер, перемещаясь в его направлении.

Теоретическая предельная скорость шаровой молнии - это скорость плазменной волны Холла, которая нами оценена как:

$$V = \frac{\pi}{48} \frac{\lambda e B_z}{m_e} = 0.55 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$$

Следует понимать, что в этом случае формула описывает не скорость материального тела, а скорость перемещения волны напряженности магнитного поля, когда образующие ее осцилляторы не обязаны следовать за этой волной.

Шаровая молния и лесной пожар описываются одним и тем же уравнением Римана для простой волны. Пламя лесного пожара имеет определенную скорость, хотя горящие деревья и кусты остаются на месте. Направление лесного пожара может повторять особенности передвижения шаровой молнии, например, распространяться против ветра.

Комментарии к наблюдениям НЛО.

Проанализируем упомянутые нами наблюдения НЛО с точки зрения возможности объяснения их природы шаровыми молниями.

Шаровая молния – это плазма, отражающая радиоволны.

Размер объекта над Тегераном 19 сентября 1976 г оценивался по радиолокационной отметке перехватчика Ф-4 как размер самолета «Боинг-707» (Длина 44 м, размах крыльев 40 м). Эти размеры не превосходят максимально возможный диаметр шаровой молнии, оцененной нами в 1.1 км.

У самолетов-перехватчиков при приближении к НЛО на 46 км отказывала вся электронная аппаратура, включая связь. Это можно объяснить мощным сверхширокополосным импульсным радиоизлучением шаровой молнии.

Интересны наблюдения операторов английских радиолокационных станций 13-14 августа 1956 г.: объект стоял на месте и не двигался, а система селекции движущихся целей (СДЦ) его не подавляла. Основа работы СДЦ – измерение доплеровского смещения. У конструктивно цельного отражателя это может происходить только при его движении. Но, например, у вертолета из-за вращения винта доплеровское смещение присутствует и СДЦ подавить его не может, хотя отражения от неподвижного корпуса гасятся.

В шаровой молнии происходит непрерывное движение повышенной концентрации электронов от центра к ее оболочке из-за распространения нелинейных волн Холла. Для радиолокатора это движущаяся отражающая поверхность, которая создает доплеровское смещение, поэтому система СДЦ отражение от шаровой молнии не подавляет.

Скорость перемещения НЛО над Англией в 1956 г. оценена в 965 км/ч. Это также лежит в пределах нашей оценки максимально возможной скорости перемещения шаровой молнии в 550 км/сек. Нельзя исключать случай, когда одна шаровая молния погасла, а

вторая в это же время возникла в другой точке, на расстоянии 20 миль от первой.

«Преследование» шаровой молнией истребителя «Веном» в 1956 г. над Англией можно объяснить процессами «затягивания» ее в кильватерную струю. Многим приходилось видеть, как мощную моторную лодку «преследует» щепка, вообще не имеющая двигателя.

Шаровая молния на таежном озере шла за лодкой, возможно, потому, что за ней при гребле возникало локальное понижение давления, которое ее «засасывало». При остановке лодки во время закуривания папирос «Беломор» оно исчезло, и шаровая молния перестала преследовать братьев.

Шаровые молнии могут делиться и сливаться, как в небе над Тегераном в 1976 г, а иногда могут существовать одновременно и связанными между собой. Пример – четочные молнии.

Во время работы трехконтурного трансформатора Теслы одновременно возникает множество шаровых молний, чаще всего независимых, но некоторые группируются и образуют «связки», подобные той, что я наблюдал в 1978 г. в небе над Калиновкой.

Пример серии независимых искусственных шаровых молний показан на лицевой странице обложки. Эта фотография получена братьями Корум и прислана автору в ответ на отосланную им статью о шаровой молнии из «Геомагнетизма и аэрономии».

Фотография двух связанных искусственных шаровых молний приведена на последней странице обложки. Она получена нами на таком же трехконтурном трансформаторе Теслы, сделанном по опубликованным в Интернете чертежам братьев Корум, с каким работали и они сами.