

ОБ УДАРНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЕ В ВАКУУМЕ И В ГАЗАХ

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Вакуум не является абсолютной пустотой, а представляет собой некоторую среду, через которую распространяются физические взаимодействия.

Ударная волна – это распространяющийся по среде фронт резкого изменения параметров среды. В начале XX века в электродинамике сформировался предрассудок о невозможности возникновения ударных волн в вакууме. Для того чтобы достаточно убедительно доказать существование в вакууме ударных волн, может потребоваться проведение множества различных экспериментов, а также сложное и дорогостоящее лабораторное оборудование, но имеется промежуточный вариант: можно доказать существование электромагнитной ударной волны в разреженных газах.

Люминесценция – нетепловое свечение вещества, происходящее после поглощения им энергии возбуждения. Существует несколько разновидностей люминесценции.

Для обнаружения создаваемой движущимися заряженными частицами электромагнитной ударной волны удобно использовать радиолюминесценцию – свечение вещества, вызванное воздействием ионизирующего излучения.

Так как мощность создаваемой частицами ударной волны невелика, покрытый люминофором датчик нужно размещать возможно ближе к траектории движения частиц, но при этом он не должен перекрывать траекторию. Если использовать приемы Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), то очевидным решением становится уменьшение датчика электромагнитной ударной волны до размеров атома. Например, можно использовать какой-либо газ, обладающий свойствами радиолюминесценции.

В настоящее время принято считать, что электромагнитная ударная волна возможна только в сжатых газах и проявляться она может только в виде эффекта Черенкова.

Черенковское излучение является совместным излучением множества атомов среды, расположенных вдоль траектории движения частицы и поляризованных её электрическим полем. После открытия в 1934 году эффекта Черенкова ученые-теоретики решили, что электромагнитная ударная волна может порождаться движением заряженных частиц только в том случае, когда скорость движения частиц относительно среды превышает фазовую скорость света в данной среде. Принято считать, что в жидкостях, кристаллах и сжатых газах возникновение ударной электромагнитной волны возможно, а в вакууме и разреженных газах – нет. Таким образом, в современной физике признается только существование ударной волны, связанной с черенковским излучением.

Между тем, если создаваемые частицами ударные волны существуют в некоторой среде, то они должны существовать и в том случае, когда скорость движения частиц ниже скорости распространения света в данной среде.

Ударная волна, создаваемая прямолинейно движущейся относительно среды заряженной частицей, имеет форму прямого конуса. Если скорость движения частицы превышает скорость распространения света в среде, то угол раствора конуса будет острым, а если скорость движения частицы ниже скорости света, то угол будет тупым. Если предположить, что мощность излучаемой частицей волны пропорциональна квадрату скорости движения частицы, то излучаемая более медленными частицами волна будет значительно слабее.

Каким способом можно экспериментально доказать, что частица создает ударную волну, если скорость движения частицы относительно среды меньше фазовой скорости света в данной среде и эффект Черенкова себя не проявляет? Ответ заключается в использовании эффекта радиолюминесценции. Свечение атома вещества может быть вызвано либо прямым столкновением частицы с атомом, после которого частица изменяет направление своего движения, либо созданной частицей ударной волной, которая проходит через атом и переводит его в возбужденное состояние. Нужно создать условия, при которых люминесценция сможет возникнуть при очевидном отсутствии прямого столкновения заряженных частиц с атомами газа. Таким образом, нужно использовать электроны, а не протоны, так как для электронов вероятность прямого столкновения с ядрами атомов намного ниже.

В качестве рабочей среды в подобном эксперименте можно будет использовать какой-либо инертный газ. Неон, например, даже при давлении в одну атмосферу имеет коэффициент преломления 1,000067, а при пониженном давлении коэффициент преломления будет еще ближе к единице, что позволит использовать более быстрые электроны, излучающие более мощную ударную волну.

Из каких основных частей должна состоять установка, на которой можно провести эксперимент по доказательству существования электромагнитных ударных волн в разреженном газе?

Очевидно, что необходим ускоритель электронов и емкость с газом (рисунок 1). Для работы ускорителей требуется глубокий вакуум, поэтому часть установки, в которой находится ускоритель, должна быть отделена от емкости с газом мембраной, пропускающей электроны и не пропускающей газ. Мембрана должна выдерживать давление газа. При прохождении пучка или сгустка частиц сквозь мембрану часть энергии электронов будет передаваться атомам мембраны, но пучок не должен разрушать мембрану.

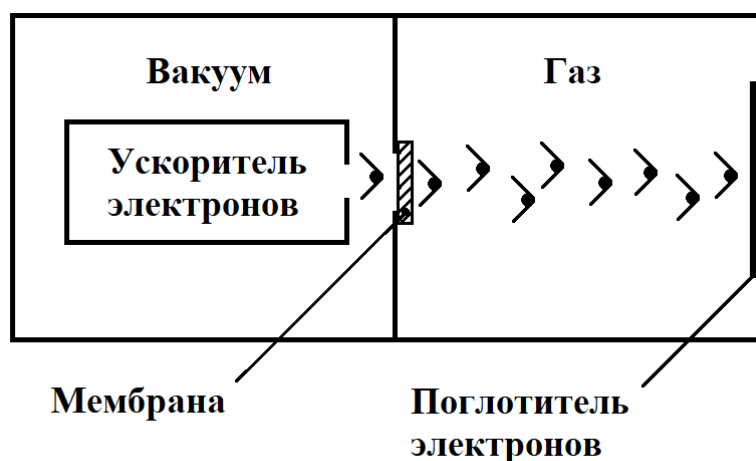


Рисунок 1. Упрощенная схема эксперимента

Если плотность электронов в пучке или сгустке невелика, то каждый электрон будет создавать вокруг себя свою собственную ударную волну.

Свет, излучаемый атомами газа, нужно иметь возможность каким-то образом наблюдать. Таким образом, нужно либо сделать корпус установки прозрачным (например, стеклянным) и наблюдать свечение визуально, либо установить внутри корпуса фоторегистраторы и датчики.

В конце траектории движения электронов необходимо установить какой-либо поглотитель: электроны разгоняются ускорителем плавно, а тормозят в веществе резко, вызывая жесткое электромагнитное излучение, которое поглотитель должен погасить для обеспечения чистоты эксперимента.

Список использованной литературы

1. Вовенко Л. С., Кулаков Б. А., Лихачев М. Ф. и др. Газовые черенковские счетчики // Успехи физических наук. 1963 г. Ноябрь Т. LXXXI, вып. 3. С. 453-506.
2. Денисов С. П. Излучение «сверхсветовых» частиц (эффект Черенкова) // Соросовский образовательный журнал. 1996. №2. С. 89-97.
3. Кулаков В. Г. Предрассудок о невозможности возникновения ударных волн в вакууме // Символ науки. 2020. №1-2. С. 12-14.
4. Кулаков В. Г. О возможных способах экспериментального доказательства существования электромагнитной ударной волны в вакууме. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200128181150.pdf> (дата обращения: 28.01.2020).