

ЗАДАЧА ОБ ЭЛЕКТРОНЕ, ДВИЖУЩЕМСЯ ПОПЕРЕК СИЛОВЫХ ЛИНИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Физики-теоретики очень не любят учитывать сопротивление среды при решении задач о механическом движении физических тел, так как с учетом этого сопротивления уравнения движения становятся нелинейными, что весьма существенно усложняет математические вычисления.

Подобное предвзятое отношение физиков к сопротивлению среды порождает в разделе электродинамики множество ошибок и парадоксов даже в тех случаях, когда рассматривается движение в глубоком вакууме, так как вакуум не является абсолютной пустотой, а представляет собой некоторую среду, через которую распространяются физические взаимодействия, и может оказывать сопротивление движению физических тел.

Все задачи, связанные с движением электронов в магнитном поле, на самом деле очень сложные, для их решения требуется уровень знаний профессоров и академиков, а никак не школьников. Например, задача об электроне, движущемся перпендикулярно направлению силовых линий магнитного поля, в задачниках по физике не только неправильно решается, но и некорректно формулируется. От школьников и студентов по условию задачи требуют вычислить радиус окружности, по которой движется электрон в магнитном поле, в то время как траектория движения электрона на самом деле представляет собой сходящуюся спираль.

Некорректность постановки задачи о движении электрона является результатом недоработки, допущенной в конце XIX века Хендриком Лоренцем в процессе создания математической модели эффекта Зеемана: Лоренц не учел потерь кинетической энергии электрона на электромагнитное излучение. Указанная недоработка впоследствии повлияла на многие другие модели, используемые в электродинамике и физике элементарных частиц.

В результате бездумного копирования из ставшего классическим учебника Лоренца некорректно решенной задачи школьникам и студентам из поколения в поколение на занятиях по физике внушают, что поперек линий магнитного поля электрон по инерции движется равномерно, по окружности. Однако из того, что объект движется по инерции, вовсе не следует, что он обязательно движется равномерно: на движущийся поперек магнитного поля электрон действует сила Лармора, препятствующая изменению ускорения электрона и вызывающая эффект радиационного трения, связанный со значительными потерями энергии на так называемое циклотронное излучение.

Еще в самом начале XX века, по результатам самых первых экспериментов с электронами, к глубокому разочарованию физиков выяснилось, что электрон не является элементарной частицей в точном смысле этого слова, так как состоит по крайней мере из двух частей: заряженной и

незаряженной. Выяснилось так же, что связь между указанными частями электрона является упругой.

При движении электрона поперек магнитного поля это поле действует только на заряженную часть электрона, меняя направление ее движения, в то время как незаряженная часть продолжает двигаться прежним курсом (рисунок 1). Затем проявляет себя упругая связь и части электрона притягиваются обратно друг к другу. В результате при движении в магнитном поле электрон сильно вибрирует.

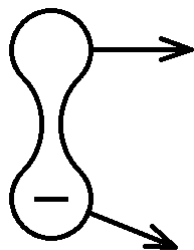


Рисунок 1. Под действием магнитного поля составные части электрона начинают двигаться в разные стороны

Вибрация периодически вынуждает электрон испускать квант света (фотон) прямо вперед по курсу движения. Когда электрон испускает фотон, его скорость снижается скачкообразно, и в результате траектория движущегося по инерции электрона представляет собой «ломаную» сходящуюся спираль, состоящую из дуг окружностей с постепенно уменьшающимися радиусами (рисунок 2).

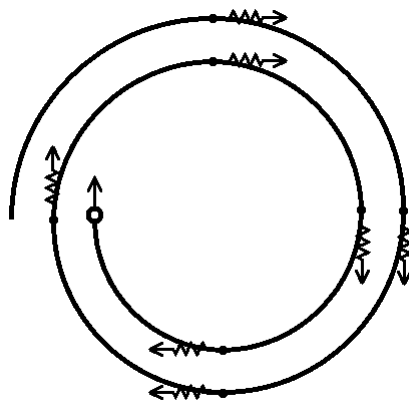


Рисунок 2. Движение электрона поперек линий магнитного поля

Кроме потерь на циклотронное излучение при решении задач о движении электронов теоретиками не учитываются также потери, связанные с создаваемой электроном в процессе движения электромагнитной ударной волной.

Ударная волна – это распространяющийся по среде фронт резкого изменения параметров среды. Движущийся относительно вакуума с релятивистской скоростью электрон создает вокруг себя электромагнитную ударную волну и расходует на ее создание часть своей кинетической энергии. Зависимость силы сопротивления среды движению тела от скорости движения данного тела является нелинейной, поэтому движение электрона, создающего ударную волну, будет замедленным, но не равнозамедленным.

Необходимость учета эффекта радиационного трения и потерь энергии на создание ударной волны не только превращает уравнения, описывающие движение электрона, в нелинейные, но и вынуждает учитывать скачкообразное изменение скорости электрона после испускания им каждого фотона. В результате решение задачи о движении электрона поперек силовых линий магнитного поля в принципе не может быть получено в аналитической форме: решать ее можно только численными методами.

Список использованной литературы

1. Кулаков В. Г. О сопротивлении движению физических тел со стороны среды, в которой распространяются электромагнитные волны // Символ науки. 2018. №4. С. 8-11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-soprotivlenii-dvizheniyu-fizicheskikh-tel-so-storony-sredy-v-kotoroy-rasprostranyayutsya-elektromagnitnye-volny>.
2. Кулаков В. Г. Гипотеза о существовании ударных волн в вакууме // Символ науки. 2019. №4. С. 7-9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gipoteza-o-suschestvovanii-udarnyh-voln-v-vakuume>.
3. Кулаков В. Г. О предвзятом отношении физиков к электромагнитной ударной волне. [Электронный ресурс]. URL: <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/200206120308.pdf> (дата обращения: 06.02.2020).
4. Лорнцъ Г. А. Курсъ физики. Томъ II / Переводъ под ред. проф. Н. П. Костерина. – Одесса: Товарищество «Матезись», 1910. – 466 с.

© В.Г. Кулаков, 2020