**О вращении электрона**

Зиновий Докторович

**I. Введение.**

Как известно [1], основанием для введения в физику квантовых постулатов в начале XX века послужило абсолютное несоответствие результатов ряда фундаментальных экспериментальных открытий в области микромира устоявшимся воззрениям на предполагаемые свойства объектов микромира. А именно:

экспериментальное доказательство Резерфордом планетарного строения атома и теоретическая неустойчивость планетарного атома, якобы следующая из классической теории излучения;

дифракция электронов при прохождении через щель и отказ от описания этого процесса методами и средствами классической физики.

Не найдя способа устранить возникшие противоречия между экспериментом и теорией в рамках классической физики, ученые в начале двадцатого века пришли к выводу о неприменимости ее законов к описанию физических свойств микромира и ввели ряд постулатов (постулаты Бора), определяющих правила поведения электрона в микромире и метод расчета этого поведения (метод квантово-волнового дуализма).

Первый постулат Бора констатирует тот факт, что электрон, двигаясь по замкнутой стационарной орбите, не излучает электромагнитные волны.

Метод квантово-волнового дуализма предполагает проявление у электронов волновых свойств при его взаимодействии с материальными объектами.

Очевидно, что введение любых постулатов в теорию является свидетельством неспособности объяснить какое-либо явление на данном этапе и своеобразной отсрочкой разрешения возникшей проблемы. Теперь, опираясь на огромный опыт, накопленный человечеством в работе с различными электродинамическими системами в течение текущего столетия, попробуем разобраться в истоках появления вышеизложенных противоречий между экспериментом и классической физикой.

Наличие двух противоречащих друг другу суждений об одном и том же предмете является следствием либо несправедливости, как минимум, одного из этих суждений, либо ошибочности самого утверждения о наличии противоречия. Поскольку у нас нет оснований сомневаться в результатах фундаментальных экспериментов, а введение квантовых постулатов не подвергает сомнению справедливость классической физики в целом и только констатирует ее неприменимость к описанию процессов, протекающих в микромире, остается проанализировать обоснование неприменимости классической физики к описанию вышеозначенных процессов.

**II. Анализ теоретического обоснования неустойчивости планетарного атома.**

Утверждение о неустойчивости планетарного атома обосновывалось следующим образом [1, стр. 234]. Движение электрона по замкнутой орбите сопровождается изменением, как минимум, направления скорости его движения. Следовательно, такое движение электрона характеризуется наличием ускорения и должно сопровождаться излучением электромагнитных волн. Но, т.к. электромагнитные волны уносят энергию, то электрон, отдавая свою кинетическую энергию на излучение, должен все время уменьшать радиус своей орбиты вплоть до падения на ядро атома. Количественные оценки [1] показывают, что за время, равное десятым долям микросекунды, должна произойти полная потеря энергии электроном. То есть, планетарно устроенный атом вещества должен быть принципиально неустойчивым.

Однако на практике ничего подобного не происходит, и атомы вещества демонстрируют завидную устойчивость, несмотря на их планетарное устройство. Перед нами явное противоречие между практикой (планетарно устроенные атомы вещества устойчивы) и теоретическим описанием процесса движения электрона на орбите (движение электрона в атоме по замкнутой траектории, без подкачки энергии извне, т.е. в нормальных условиях, не может быть устойчивым). Основой противоречия является утверждение об излучении электроном электромагнитных волн при любом изменении скорости его движения. Однако фундаментальные эксперименты, практика и фундаментальные законы механики опровергают данное утверждение. Так, например:

а) при движении нерелятивистского электрона по инерции в постоянном однородном маг-нитном поле в вакууме траектория его движения, в результате действия на него силы Лоренца, приоб-ретает замкнутый, круговой характер, но при этом не происходит излучения электромагнитных волн, и время пребывания электрона в этом состоянии не определяется его излучательной способностью;

б) известна способность постоянных магнитов сохранять длительное время состояние намагниченности, обусловленная существованием в них в течение длительного времени постоянных замкнутых электрических токов, представляющих собой движение электронов по замкнутым траекториям. Если бы этот процесс сопровождался излучением электромагнитных волн, то вся энергия движущихся электронов перешла бы в тепло или излучение и, следовательно, ни о каких постоянных магнитах не могло бы быть и речи;

в) вращательное движение материальных объектов подчиняется закону сохранения момента импульса и закону сохранения энергии вращения. Но, т.к. все материальные объекты состоят из атомов, а атомы из заряженных частиц, и если бы заряженные частицы при движении по круговым траекториям излучали электромагнитные волны, то вся энергия вращения преобразовалась бы в разогрев вращающегося тела или излучение во вне, что привело бы к повышению температуры и самоостановке вращающегося тела, даже при отсутствии внешнего трения, чего до сих пор в практике не наблюдалось.

Таким образом, мы приходим к выводу о том, что далеко не всякое изменение скорости движения электронов сопровождается излучением электромагнитных волн. Более того, исходя из приведенных примеров, можно утверждать отсутствие излучения электромагнитных волн электроном, если изменение его скорости движения сводится только к изменению ее направления как в микромире так и в макромире и, следовательно, если утверждается неприменимость классической физики к описанию процессов микромира по причине отсутствия излучения электромагнитных волн электроном при его движении по замкнутой орбите под действием центральных сил, то это в равной степени относится и к описанию поведения электрона в макропроцессах. То есть, на основании приведен-ных примеров было бы логично поставить вопрос о справедливости классической физики в целом, в частности - классической теории излучения. Естественно возникает вопрос - на сколько строго обосновано утверждение об излучении электроном электромагнитных волн при его движении по круговой орбите? Типичный пример обоснования мы находим в [1, стр. 234]. Теоретическое решение задачи движения электрона в поле центральных сил заменяется известным решением задачи классического осциллятора с утверждением о полной эквивалентности (?!) движения электрона по круговой или эллиптической орбите колебаниям двух взаимно ортогональных линейных гармонических осцилляторов (или, что тоже самое, двум гармоническим колебаниям двух электронов по двум взаимно перпендикулярным осям). Поскольку линейный осциллятор обладает способностью излучать электромагнитные волны, то, следовательно, электрон, двигаясь по круговой или эллиптической орбите, должен излучать с интенсивностью двух линейных осцилляторов. Т.е., единственным обоснованием способности электрона излучать электромагнитные волны, двигаясь по круговой или эллиптической орбите, явилось постулирование полной аналогии двух процессов, а именно: движения одного электрона по замкнутой траектории, характеризуемого наличием орбитального момента импульса, и двух взаимно перпендикулярных линейных осцилляций двух электронов. Попробуем оценить допустимость подобной аналогии, проследив логику рассуждений, приведенную в [1]. Для простоты анализа предлагается рассмотреть круговую орбиту. Т.к. уравнение круговой орбиты в Декартовой системе координат имеет следующий вид:

x^2 + y^2 = p^2

то, перейдя в полярные координаты и выразив x и y через r и ф, получим:

x = p cos ф ,

y = p sin ф.

Если теперь ввести понятие угловой скорости w как ф = wt (где t - время), то получим окончательное выражение для изменения координат электрона (x и y) во времени при его движении по круговой орби-те:

x = p cos wt и y = p sin wt.

Действительно, обе координаты изменяются во времени периодически со сдвигом относительно друг друга на угол ф0 равный П/2, и проекции движения по круговой траектории, казалось бы, можно рассматривать как два взаимно перпендикулярных линейных синхронных колебательных движения. Однако на этом сходство движения электрона по круговой орбите с колебаниями двух взаимно ортогональных линейных осцилляторов заканчивается и начинаются различия.

Совершенно очевидно, что формальной схожестью с движением линейно осциллирующих электронов обладает не само движение электрона по замкнутой траектории, а математическая запись проекций этого движения, что не одно и тоже.

Двигаясь по круговой орбите, электрон проходит каждую точку орбиты один раз за период, и направление прохода всегда остается неизменным. Двигаясь в линейном гармоническом осцилляторе, электрон проходит каждую точку линии движения дважды за период и каждый раз в обратном направлении по сравнению с предыдущим проходом.

Движение по круговой орбите характеризуется орбитальным моментом импульса и кинетической энергией орбитального вращения электрона. Колеблющийся в гармоническом осцилляторе электрон не имеет орбитального момента импульса и кинетической энергии орбитального вращения, и его импульс и кинетическая энергия периодически изменяются.

Даже приведенных рассуждений достаточно для того, чтобы прийти к выводу о принципиальном различии физических свойств этих двух видов движения.

Таким образом мы приходим к заключению о том, что единственным основанием для постулирования вышеозначенной аналогии послужило ошибочное распространение возможности представления вектора скорости материального объекта как векторной суммы его проекций на возможность представления движения единого объекта в виде взаимно ортогональных движений двух самостоятельных материальных объектов (!). Действительно, если взять два подвесных маятника, закрепить их в одной точке подвеса и толкнуть во взаимно перпендикулярных направлениях, то при этом их движения ни в коей мере не станут эквивалентными движению одного маятника по круговой или эллиптической орбите, и, следовательно, утверждение об аналогии движения этих двух систем является ошибкой. Но поскольку именно на основании этой аналогии была постулирована аналогичность излучательной способности двух взаимно ортогональных линейных осцилляторов и электрона, движущегося по замкнутой орбите, то данная аналогичность оказывается лишенной всякого основания. Хотелось бы также дополнить ранее сказанное известными из радиотехники фактами об излучательных свойствах линейного диполя и кругового витка. Излучательная способность первого так высока, что его электрическая “добротность” имеет величину меньше единицы, тогда как электрическая “добротность” кругового витка больше сотни и определяется с высокой точностью не излучательной способностью витка, а потерями в нем самом.

Неудивительно, что проведение полной аналогии между движением электрона по замкнутой орбите в поле центральных сил и колебаниями двух взаимно перпендикулярных осцилляторов привело к построению ошибочной теоретической модели поведения электрона на орбите, расходящейся с результатами экспериментов.

Поскольку движение по круговой орбите является частным случаем эллиптического движе-ния и характеризуется законами сохранения момен-та импульса и энергии (включая энергию вращательного движения), то есть все основания предполагать, что все ранее сказанное в равной мере относится и к движению электрона по эллиптической траектории.

**III. Причины введения в физику метода “квантово-волнового дуализма”.**

Из обзора научно-технической литературы можно сделать вывод о том, что никакого серьезного обоснования введения в теоретическую физику метода квантово-волнового дуализма не существует. Главная цель такого введения - избежать сложности формулирования классической задачи и трудоемких расчетов. Чем же отличается метод квантово-волнового дуализма от классических методов решения подобных задач в рамках классической физики? Главное и единственное отличие классической методики от метода квантово-волнового дуализма заключается в том, что, согласно канонам классической физики теоретическим решением задачи является получение на основании применения фундаментальных законов физики результата, совпадающего с экспериментом, с указанием причинно-следственных связей и действия сил, приводящих к данному результату, тогда как в основе метода квантово-волнового дуализма лежит постулирование аналогичности поведения электрона и волн, перебор возможных математических решений соответствующего класса уравнения с применением “правил отбора”, также подбираемых для каждой новой задачи, с целью получения выражения, зна-чение которого численно совпадает с экспериментальным результатом. Естественно, что ни о какой единой методике (кроме “перебора решений”) в данном случае говорить не приходится, и такая методика получения решений ничего (кроме случайного совпадения или решений, “лежащих на поверхности”) дать не может, потому что слепо идет за экспериментом, не имея возможности ис-пользовать полный набор известных фундаментальных физических законов. Что же касается поведения электронов вблизи материальных объектов, то эти задачи прекрасно решаются в рамках классической электродинамики, и на базе этих решений создано несколько классов электронных волновых устройств (клистроны, магнетроны, лампы бегущей волны и др.), получивших широкое применение в различных СВЧ радиотехнических системах [2].

Следовательно, и в данном случае, при введении метода квантово-волнового дуализма, очередной раз без должной теоретической проверки использовалась кажущаяся аналогия между поведением волн и частиц, не только не обогатившая теоретическую физику, а наоборот, ограничившая ее предсказательные возможности, а, следовательно, и экономическую привлекательность.

**IV. Выводы.**

В результате проведенного анализа установлено, что:

типичное утверждение о способности электрона излучать электромагнитные волны при его движении по замкнутой орбите в поле центральных сил, поставившее под сомнение применимость классической физики для описания поведения объектов микромира и приведшее к введению в физику квантовых постулатов, неправомерно, т.к. основано на ошибочном утверждении о полной аналогии двух несопоставимых процессов, а именно: процесса движения электрона по замкнутой орбите в поле центральных сил и процесса гармонических колебаний двух взаимно ортогональных осцилляторов;

утверждение о неприменимости классической физики для описания процессов микромира и введение квантовых постулатов не имеют должного обоснования, т.к. не опираются на конкретные решения этих задач методами классической физики;

на основании фундаментальных законов вращательного движения, результатов фундаментальных экспериментов и практики использования постоянных магнитов, маховиков и других технических устройств есть основание предполагать, что электрон при движении по замкнутой орбите в поле центральных сил (“Кеплерова задача”) не излучает электромагнитных волн, как в микро- так и в макромире, и, следовательно, планетарно устроенный классический атом устойчив и должен подлежать расчету в рамках классической физики (в противном случае надо говорить о несправедливости клас-сической физики в целом);

окончательный ответ на вопрос о степени применимости классической физики к решению задач микромира и действительной необходимости введения квантовых постулатов может быть получен только прямым решением данного класса задач методами классической физики и сопоставлением полученных расчетных результатов с результатами соответствующих экспериментов.

**Список литературы**

Шпольский Э. В. Атомная физика. Го-сударственное издательство технико-теоретической литературы, Москва 1949 г. Ленинград.

Смиренин Б. А. Справочник по радиотехнике. Государственное энергетическое издатель-ство, Москва 1950 г. Ленинград.