

## Дискретность спина и магнитного момента.

Владислав Миркин, ктн.

*В данной работе спин любой частицы интерпретируется как некое «противодействие» магнитного и механического моментов частицы, то есть, показывается его вполне классическое происхождение.*

В работе [1] я показал, что наличие определенной ориентации магнитного момента частицы (в работе речь шла лишь о направлении, но не об абсолютной величине) — это всего лишь реакция частицы на приложенное к ней в эксперименте магнитное поле. То есть, любой магнит в другом магнитном поле всегда ориентируется одинаково и движется к тому полюсу внешнего магнита, который случайно оказался ближе. Там же показано, что данный магнитный момент атома и любой другой частицы возникает в результате реального «вращения» частицы. Кавычки потому, что частица вовсе не вращается как целое (вернее, может вращаться вовсе не с той скоростью, которая необходима для имеющейся величины магнитного момента), а просто по ее поверхности бежит волна плотности заряда с фазовой скоростью, которая может значительно превышать скорость света (в той же работе приведены примеры, показывающие, что фазовая скорость может быть равна любой величине и даже бесконечности). Здесь нет ничего удивительного, поскольку, например, носители заряда могут двигаться с микроскопической скоростью, а лампочка загорается практически мгновенно после включения выключателя вне зависимости от длины проводов.

1. Фазовая скорость распространения волны плотности заряда на поверхности частиц.

Поскольку вопрос о том, каким образом фазовая скорость любого процесса может превышать скорость света, имеет первостепенное (я бы сказал фундаментальное значение), то попробую еще раз пояснить это на примере частиц вещества (электронов и протонов). Если вы поместите металлическое легкоатлетическое ядро в воздух, или в воду, то, даже считая, что границы самого ядра могут колебаться (например, тепловые колебания), а вода и воздух несомненно имеют колебания плотности вблизи поверхности ядра (тоже тепловые), вы все равно не будете связывать эти колебания между собой, считая, что каждые из них не зависят друг от друга. А вот с названными выше частицами все не так. Как я показал (обоснованно предположил) в [2], все частицы могут быть созданы в униполярно заряженном эфире либо разрывом кристаллической решетки эфира (и это будут электроны), либо возникшим уплотнением эфира (протоны). В этой же работе я объяснил, почему такие частицы весьма устойчивы:

электрон-дырка несжимаем так же, как несжимаем в воде пузырек воздуха (это действие сил поверхностного натяжения, и эти силы присущи любым средам, в том числе и эфиру, поскольку эфир тоже является средой). Протон, представляющий собой как бы «полый» шар с положительно заряженной сферой [2] (только так и не иначе можно интерпретировать распределение заряда в объеме протона, полученное в результате его простреливания быстрыми электронами), удерживается от ее рассыпания отталкивающими силами положительно заряженного эфира (это надо понимать, как действие всего эфира Вселенной на каждый из протонов). И в том, и в другом случаях «границы» частиц испытывают совместные колебания с окружающим их эфиром (незатухающие, поскольку практически нет трения, да и эфир никогда не успокоится). Упрощенно можно считать, что частица «дышит» в эфире. Я уже приводил аналогию, что здесь как бы две пружины, сжатые между собой, и их граница будет испытывать колебания (и вообще граница соприкосновения двух любых взаимно противодействующих сил всегда будет находиться в колебательном движении). Фазовая скорость равна бесконечности, когда сама волна накатывается на берег математически точно параллельно береговой линии (или, фазовая скорость стремится к бесконечности, когда угол между береговой линией и фронтом волны стремится к нулю). Другими словами, если такие частицы (как я определил их структуру) испытывают колебания своих границ в точности синхронные по всей поверхности, то это и будет волной с бесконечной фазовой скоростью. Если же за счет микроскопических неоднородностей в эфире и в самой частице расширение и сжатие частицы в разных направлениях будет неодновременным, то по поверхности частицы будет распространяться волна с любой фазовой скоростью, в том числе, большей скорости света. Это и будет ток заряда, который определяет магнитные свойства частицы (электрический ток — это не только движение зарядов, но и движение волны плотности зарядов, а сами заряды могут быть практически неподвижны, или испытывать весьма малые по амплитуде колебания).

## 2. Квантово-механические иллюзии о спине.

То ли игнорирование понятия фазовой скорости, то ли незнание ее свойств и возможностей, привели к недоумению и попытке приписать частицам некие мистические свойства. Представление о том, что спин частицы не связан с ее вращением, назвали квантовым свойством частицы и тем самым поставили очередной вопрос, который не могут разрешить уже почти 100 лет. Если бы спин был скалярной характеристикой, то с его квантовой принадлежностью еще как-то можно было бы смириться (заряд и масса любого тела — скалярны, поскольку действуют одинаково во всех направлениях), но спин всегда имеет направленность. Поскольку пространство, где существуют частицы, анизотропно, то представить себе частицу, форма которой отличалась бы от шарообразной, довольно экзотично. Но почему же шар, который не вращается, приобретает

векторные свойства? Вращающийся шар, обладающий зарядом и массой, имеет векторные характеристики (гироскопический и магнитный моменты), направленность которых определяется осью вращения. Что же задает направленность действию спина? В работе [1] я решил этот вопрос, предположив то самое движение волны с фазовой скоростью по поверхности частицы.

Но есть еще один вопрос: почему магнитные моменты всех нескалярных и даже скалярных частиц пропорциональны магнетону Бора? Другими словами, почему магнитные моменты всех электронов, расположенных на любых уровнях в атомах, собственные магнитные моменты электронов, магнитные моменты всех других частиц материи при измерениях принимают дискретные значения, которые отличаются друг от друга на величину, с точностью до  $g$ -фактора равную магнетону Бора?

### 3. Дискретность спина определяет порядок образования частиц.

Мне кажется, что я знаю вполне классический ответ на этот вопрос, только для понимания этого нам придется признать определенный порядок формирования частиц вещества. Другими словами, то, что шагом в измерениях спина является определенная величина, говорит о том, что существует некий порядок возникновения частиц материи, который, к счастью, отличается от принятого в современной физике.

В [2] я определил этот порядок следующим образом (кстати, тогда я вовсе не думал о спине). Сначала возникли электроны, которые представили собой «дырки» (или разрывы) в кристаллической решетке униполярно заряженного положительными зарядами эфира. (Здесь вполне правомерен вопрос, как же такие разрывы могут образоваться в кристаллической решетке? Для уже установившейся современной структуры такие разрывы образуются при наличии гамма-квантов определенной энергии, но и те сначала должны были бы как-то возникнуть. Но в момент интенсивного начального расширения кристаллической решетки, расталкивающейся из-за того, что она состоит из одноименных зарядов, нарушения ее структуры вполне были возможны: мы же не удивляемся, что образующиеся кристаллы имеют дефекты структуры.)

Такой разрыв должен иметь отрицательный заряд («дырка» в положительно заряженном эфире).

Вокруг него образуется уплотнение положительно заряженных частиц эфира (они как бы стягиваются к «дырке»), компенсирующее действие электрона: образовался нейтральный нейтрон.

Затем электрон вырывается из нейтрона за счет взаимодействия с положительно заряженным полем эфира (электрон одновременно взаимодействует и с полем протона, и с внешним полем эфира, которое и может вырвать электрон из нейтрона): возникают отдельные электрон и протон.

Электрон может создать еще один нейтрон, или объединиться со своим же

протоном в одном атоме водорода. Протон, как я уже говорил, устойчив за счет отталкивающего действия положительного поля эфира.

Все дальнейшие образования — это объединение протонов, нейтронов и электронов.

Если исходить из этой схемы, то при своем образовании электрон получает вращение (то есть, он сам может вращаться с некоторой вполне приемлемой скоростью, а по поверхности бежать сверхбыстрая волна), и возникают вполне определенные собственные магнитный и механический моменты электрона (трудно сказать, сколь постоянны они во все времена и во всех участках Вселенной, но сейчас и в нашем ее участке они таковы, какими мы их измеряем). Все последующие действия (как я их описал) могут, а скорее, должны быть согласованы с этими изначальными магнитным и механическим моментами, возникшими при образовании электрона. Таким образом оба момента электрона являются изначальными и единственными «кирпичиками» в любом «строении» частиц материи. Здесь все абсолютно так же, как и во всех зданиях, построенных из кирпичей: высота здания может изменяться только на высоту  $N$  кирпичей, где  $N$  — целое число.

#### 4. Математическая интерпретация спинов.

В статье в Википедии о спинах частиц в ссылках указана лекция по физике, где лектор рассказывает, как нужно понимать, что же такое спин (на самом деле в этой лекции дается лишь математическая интерпретация этого понятия, а физическая сущность его вовсе не раскрывается). Математически здесь все абсолютно ясно. Если взять вектор, повернуть его вокруг точки приложения на  $360$  градусов, то за один оборот система вернется в изначальное положение. Это спин, равный единице. Если из одной точки нарисовать два равных и разнонаправленных вектора, то в положение, эквивалентное изначальному, система вернется за половину оборота (за полный оборот она вернется в изначальное положение дважды). Это спин, равный  $2$ . Спин  $3$  получается для трех равных векторов, разнесенных на  $120$  градусов. Спин, равный  $\frac{1}{2}$ , может быть получен на плоскости, свернутой листом Мебиуса. Все замечательно и красиво в математической интерпретации, но не ясно, что здесь понимать с точки зрения физики. Какие характеристики систем описываются данными векторами?

Если посмотреть список частиц (в той же Википедии), обладающих спином  $\frac{1}{2}$ , то возникает весьма сомнительная аналогия, что нейтрон, протон и электрон как-то свернуты в лист Мебиуса. Для такого предположения, наверное, необходимо обладать всей фантазией барона Мюнхаузена. Что же там сворачивается? И, вне зависимости от того, Бог создавал наш мир, или Природа обошлась без Его помощи, совершенно непонятно, зачем Им все это было нужно.

Кроме того, в спиновых представлениях есть еще один сомнительный с точки зрения достоверности момент: с учетом того, что в списке частиц со спином  $\frac{1}{2}$

представлены кварки, а также частицы, имеющие заряд (эксперименты в анализаторах Штерна-Герлаха проводятся на нейтральных атомах), то весьма сомнительно, что все названные спины определены экспериментально. По всей вероятности названные спины определялись путем логических игр: зная суммарный спин составной частицы, которая исследовалась в эксперименте, вычислялись спины ее составных частей. Например, наличие у протона спина, равного  $\frac{1}{2}$ , было **постулировано** английским физиком М.Деннисоном, на основании опытных данных (кстати, эксперимент по проверке этой **гипотезы** привел к открытию орто- и пара-водорода). Спины некоторых других частиц определялись опять-таки косвенно, по анализу спектров частиц в эффекте Зеемана. То, что в настоящее время спины заряженных частиц могут определяться непосредственно, ничего по сути не меняет, поскольку спины многих частиц были определены еще тогда, когда этого не умели.

Ну, и наконец, в той же статье указано, что спины тяжелых атомов могут достигать (не могут превышать) величины  $9/2$ , а спин барионного резонанса  $\Delta(2950)$  равен  $15/2$ . Если считать изменение численной величины магнитного момента указанных частиц, замеренное в эксперименте, то такие величины не вызывают никаких вопросов: в магнитном поле частицы вполне могут отклоняться на соответствующие расстояния. Но вот магнитная (или векторная) составляющая спина мне совершенно неясна. С учетом сказанного лектором о вращении векторов, разнесенных в пространстве, или на плоскости на равные углы, наверное, следует представлять себе, что мы разбиваем круг, или шар на 9, или даже 15 равнозначных участков таким образом, что поворот круга, или шара на указанный угол возвращает систему в изначальное положение (положение, во всем эквивалентное изначальному). На плоскости это зубчатое колесо, а в пространстве плавающая мина. А чтобы оправдать  $\frac{1}{2}$ , мы должны бы протащить эти конструкции по листу Мебиуса? Если мы разделим круг на 15 равных углов, то получим угол в 24 градуса, то есть поворот на этот угол вернет систему в изначальное положение. А что будет, если угол окажется равен 12 градусам? Это будет другое положение? Для зубчатого колеса и мины это понятно, а для частиц, образованных в анизотропном пространстве, такой еж из векторов вряд ли возможен.

##### 5. Давайте попробуем говорить о реальной физике.

Представим, что из магнита мы выточили волчок и заставили его вращаться (чтобы не отвлекаться на ненужные рассуждения, сделаем это вращение соосным с направлением магнитного поля Земли). Волчок будет обладать механическим вращательным моментом, то есть, приобретет свойства гироскопа. Приложим к этому магниту-волчку магнитное поле, которое должно бы переориентировать магнит в противоположном направлении. Любой магнит именно так бы и поступил, но не вращающийся. Попытка переориентировать гироскоп приведет к

тому, что ось его вращения начнет прецессионное движение, описывая конус в пространстве. Усилие, которое необходимо, чтобы заставить волчок изменить положение оси вращения в пространстве, значительно превосходит гравитационные силы (волчок не падает, причем устойчивость волчка зависит от скорости его вращения, а велосипедист, даже не владеющий техникой сюрпляса, удерживает равновесие при минимальной скорости вращения колес). Увеличивая переворачивающее магнитное поле, мы будем лишь увеличивать угол вершины конуса, описываемого осью волчка (кстати, сохраняя направление оси прецессионного вращения). Так будет до тех пор, пока этот угол не станет равным 90 градусов, и тогда волчок-магнит перевернется (для этого необходима величина переворачивающего магнитного поля большая некоего критического значения). То есть, до тех пор, пока величина приложенного магнитного поля недостаточна (меньше некоего критического значения), механический момент волчка не даст ему перевернуться. Или, что то же самое, вы можете менять направление внешнего магнитного поля на противоположное, а направление внутреннего магнитного поля изменяться не будет.

#### 5.1. Но что может быть в микромире?

Давайте рассмотрим атом водорода вместо атомов серебра, которые были использованы в опыте Штерна-Герлаха. Поскольку я уже предположил в работе [1], что все частицы вещества имеют вращение (и реальное, и движение по поверхности волны с любой фазовой скоростью), в атоме водорода мы можем предположить движение электрона по орбите, вращение электрона вокруг своей оси, вращение протона вокруг своей оси. Каждое из этих движений создает свой механический и магнитный моменты.

В данной ситуации возможны четыре варианта вращений (см. рис.1).

1. Протон и электрон вращаются вокруг своих осей в одну сторону, и в эту же сторону вращается по своей орбите электрон (на рисунке 1,а такое вращение показано против часовой стрелки, хотя это и не важно). Можно считать, что движение отрицательного электрона по орбите совпадает с движением отрицательного заряда по поверхности электрона. То есть, два магнита соединены разноименными полюсами последовательно. Они усиливают друг друга. Движение положительного заряда протона по его поверхности в ту же сторону создает магнит, который с первыми двумя соединен последовательно, но одноименными полюсами друг к другу. Оба магнита выталкивают друг друга из одной плоскости, причем на максимально большое расстояние. Атом удерживается от разрыва электростатическими силами притяжения электрона и протона.

2. Протон и электрон по орбите вращаются в одну сторону, а электрон вокруг своей оси в другую (рис.1,б). В отличие от первого варианта обе составляющие магнитного момента электрона (орбитального и собственного) вычитаются друг из друга. Но оставшаяся часть магнитного момента электрона все равно выталкивает электрон и протон из единой плоскости, но не столь сильно, как в первом варианте. Кстати, разница магнитных моментов в этих случаях составляет один

магнетон Бора.

3. Протон и электрон по орбите вращаются в разные стороны, но оба вращения электрона осуществляются в одну сторону (рис.1,с). В этом случае суммарный магнит электрона и магнит протона соединены последовательно разноименными полюсами друг к другу, а потому оба они втягиваются в одну плоскость.

4. Протон и электрон по орбите движутся как и в случае 3, но вращение электрона вокруг оси противоположно движению электрона по орбите (рис.1,д). В данном варианте обе компоненты магнитного момента электрона ослабляют друг друга, но оставшийся магнит, взаимодействуя с магнитом протона все равно заставляет частицы в атоме втягиваться в одну плоскость.

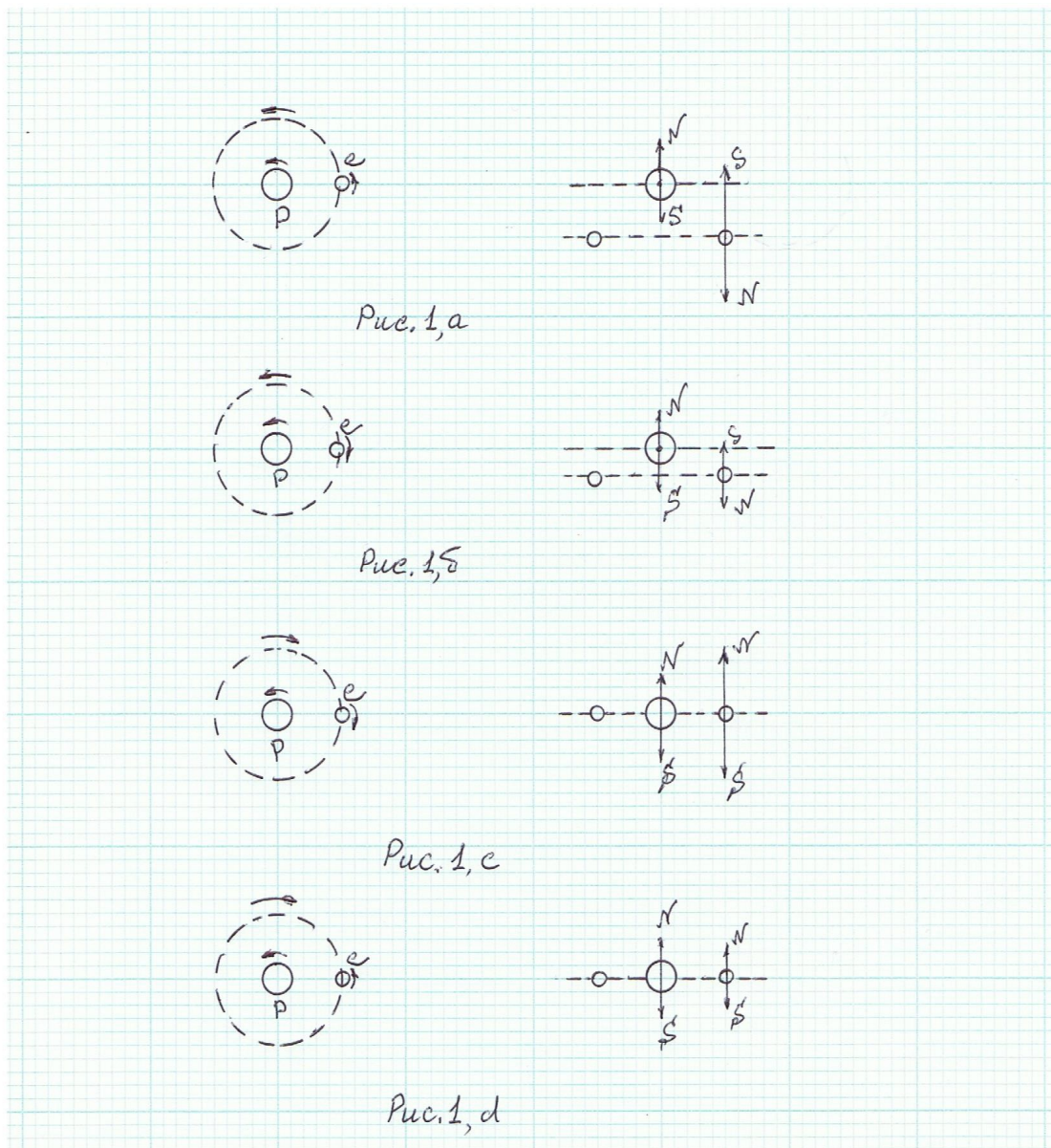


Рис.1. Возможные вращения в атоме водорода.

Что же может происходить с атомом водорода при приложении внешнего магнитного поля во всех этих случаях?

Во-первых, как я уже говорил в [1], происходит поляризация атомов в направлении внешнего магнитного поля и разделение потока на атомы, движущиеся к тому полюсу магнита, к которому эти атомы случайно оказались ближе. Все это относится ко всем четырем вариантам.

Во-вторых, если изначально магнитные моменты атомов были ориентированы против действия внешних магнитных сил, то возникают силы, пытающиеся переориентировать магниты в атоме. Очевидно, что при минимальных напряженностях магнитного поля вообще ничего не произойдет. При его увеличении первым изменит направление вращения электрон по орбите. Это обусловлено наибольшим радиусом этой орбиты во всех возможных вращениях (наибольшим плечом). Чтобы понять, что при этом происходит, представьте себе, что электрон «катится» в трубе (будем считать, из пункта А на трубе в пункт Б), и если направление действия магнитного поля меняется, то, движение вдоль трубы не изменится (по-прежнему из А в Б), а сама труба сделает половину оборота вокруг одного из своих диаметров. То есть, если электрон до этого двигался (например) по часовой стрелке, то теперь будет двигаться против.

При увеличении напряженности магнитного поля до величины, когда магнитный момент протона превысит критическое значение для преодоления момента механического, вторым должен бы перевернуться протон (поскольку его радиус меньше радиуса орбиты электрона). Но для случаев 1 и 2, протон не будет переворачиваться, поскольку в данных случаях он правильно ориентирован во внешнем магнитном поле. В случаях 3 и 4 он перевернется, и система превратится в случаи 1 и 2.

Самой большой величиной внешнего магнитного поля должна бы стать напряженность, превышающая критическое значение для преодоления магнитным моментом момента механического для самого электрона. Из-за малости размеров электрона эта величина может быть столь огромной, что мы ее не сможем достичь ни в одной установке. То есть, никакими магнитными полями мы не сможем заставить электрон перевернуться.

Другими словами, мы можем заставить перевернуться орбиту электрона (или даже электронов в сложных атомах), можем перевернуть ядро атома, но мы не можем заставить перевернуться сам электрон.

Давайте попробуем проверить достоверность этой фразы.

## 5.2. Напряженность магнитного поля в анализаторе Штерна-Герлаха.

В литературе вы сможете встретить бесчисленное множество статей, посвященных опыту Штерна-Герлаха (я не привожу библиографию), но ни в одной из них нет информации о напряженности магнитного поля в анализаторе Штерна-Герлаха (это о том, что интерпретаторы почти никогда не знают, что же является важным в описании эксперимента). Но в одной из работ дается объяснение, почему же в эксперименте использовалось неоднородное магнитное поле: оно



использовалось не потому, что только в неоднородном поле атомы разделятся на отдельные пучки, а потому, что экспериментаторы стремились создать поле максимальной напряженности вблизи «клюва» одного из полюсов магнита. То есть, магнитные поля, достигаемые в то время, едва могли переориентировать (перевернуть) орбиты электронов, чтобы разделить потоки атомов. В 1922 году достижимые напряженности магнитных полей постоянных магнитов были в пределах 100 Э (8 кА/м). Только в 1955 году в Японии достигли значений 600-900 Э (48-72 кА/м), а в 1980 году впервые были использованы магниты из сомарий-кобальта с напряженностью 7000-12000 Э (560-1000 кА/м). В настоящее время называют числа порядка  $7,5 \cdot 10^4$  Э и даже с некоторым придыханием  $10^6$  Э. Однако, нигде нет информации, что такие магниты используются для измерения спинов. То есть, суммируя вышесказанное, можно сделать вывод, что с 1922 года напряженность полей магнитов увеличилась примерно на 4 порядка.

Если же сравнить радиус орбиты электрона ( $10^{-10}$  м) и радиус самого электрона (классический радиус порядка  $10^{-15}$  м, хотя нет никакой гарантии, что он не намного меньше: по крайней мере, то, что нуклоны «простреливались» быстрыми электронами в попытке исследовать распределение заряда в нуклонах, говорит о том, что размеры электронов по меньшей мере на пару порядков меньше размеров нуклонов), то, что орбитальный механический момент электрона равен его собственному механическому моменту, то ясно, что величина напряженности внешнего магнитного поля, стремящегося перевернуть электрон, должна быть по крайней мере на 5 порядков больше, чем у Штерна-Герлаха. То есть, величины магнитных полей, достаточные для переворота электрона, пока недостижимы.

Радиус протона, или ядра оценивается как  $10^{-15}$  м (то есть, он соизмерим с классическим радиусом электрона). Отсюда можно было бы сделать вывод, что магнитные поля сейчас не смогут переориентировать и ядро. Но в ядре нуклоны могут иметь механические моменты, направленные в разные стороны. В случае малого механического момента внешнее магнитное поле сможет перевернуть ядро при меньших величинах напряженности этого поля.

### 5.3. «Редукция» простых частиц.

Кроме маловразумительного листа Мебиуса лектор говорил о «редукции» внутри частиц, имеющих спин  $\frac{1}{2}$ . Наверное, это следует понимать так, что частица состоит из двух частей (внешней и внутренней), и при переворачивании внешней части на один оборот внутренняя часть переворачивается на половину оборота. А для того, чтобы внутренняя часть перевернулась на один оборот необходимо внешнюю часть перевернуть на два оборота. Вообще-то, совершенно непонятно, что здесь имеется в виду: неужели два оборота — это два полных оборота внешнего магнитного поля? А что происходит, если поле делает только половину оборота? Разве при этом внутренняя часть частицы делает четверть оборота? То есть, редуктор какой-то странный.

В момент обсуждения данного вопроса мне был задан вопрос: «Неужели ты считаешь, что электрон состоит из двух так странно связанных частей?» А я

ответил: «Разве представление о том, что электрон обладает каким-то совершенно непонятным квантовым магнитным моментом, не имеющем аналога в классических представлениях, не является еще более странной конструкцией?»

На мой взгляд, именно то, что вращающийся электрон обладает одновременно магнитным и механическим моментами, и последний не позволяет электрону переворачивать его магнитный момент под действием внешнего магнитного поля, является тем самым редуктором, который в отличие от придуманного лектором, работает следующим образом. Собственный магнитный момент электрона не переворачивается во внешнем магнитном поле на 180 градусов одновременно с последним (конечно, до тех пор, пока мы не достигнем некоего критического его значения, или время, необходимое для такого переворота, намного больше, чем время пребывания электрона внутри нашего прибора, то есть, действие переворачивающего внешнего магнитного поля слишком мало, чтобы такой переворот осуществить).

5.3. Попробую объяснить суть фразы на примере движения планет солнечной системы (вообще-то особенности движения планет имеют важнейший и самостоятельный характер, нас же сейчас интересуют лишь некоторые моменты такого движения). Для планет солнечной системы тоже можно говорить о наличии у них собственных механических и магнитных моментов. Все планеты вращаются вокруг Солнца приблизительно в одной плоскости, с большой точностью совпадающей с плоскостью эклиптики. По орбитам они все вращаются в сторону вращения Солнца. Вокруг своей оси почти все вращаются в ту же сторону, что и движутся по орбитам. Только Венера вращается в противоположную сторону, и Уран как бы лежит на боку. У всех планет, для которых величина магнитного поля сколь-нибудь заметна, направление северного магнитного поля совпадает в пространстве с направлением северного полюса Солнца. И лишь Земля и Уран имеют обратное направление полюсов (у Урана магнитное поле как бы перевернуто как и у Земли, но еще не в такой степени). Опуская сейчас рассуждения о причинах такого странного поведения планет (которое, как я сказал, заслуживает отдельного исследования), можно констатировать, что по направленности магнитных полей существуют планеты, в которых направление осевого вращения «совпадает» с направлением магнитного поля (слово «совпадает» условно, поскольку мы не знаем, как связано вращение планеты и направление магнитного поля; мы ориентируемся на то, что у Солнца именно такое направление вращения и направление магнитного поля). Назовем такую ситуацию «спином», равным 1. Есть противоположное направление механического и магнитного моментов (Земля). Обозначим такую ситуацию «спином», равным -1. И, наконец, у Урана наклон магнитной оси к оси вращения порядка 90 градусов. То есть, «спин» равен 0.

Теперь о времени магнитной инверсии («переворачивании» магнитных полюсов). Палеомагнитным методом установлено, что магнитные полюса Земли неоднократно менялись местами. Последнее изменение произошло порядка 780

тыс. лет назад. Изменения считают хаотическими (не выявлено никакой закономерности). Время «переворачивания» оценивают в десятки тысяч и даже миллионы лет. Если сравнивать период вращения Земли вокруг оси (на всякий случай, одни сутки), период прецессии земной оси (26 тыс. лет), то соотношение длин периодов порядка  $10^6$ . Но ведь это только один период прецессии, а переворачивание может занять множество таких периодов (кстати, мы ведь сейчас думаем, что период прецессии земной оси всегда был таким же, как и сейчас, но ведь это ниоткуда не следует). Интересен в этом плане китайский волчок, имеющий форму гриба на тонкой ножке. Если его заставить вращаться, то он постепенно будет поднимать свой центр тяжести, наклоняя ось вращения (мы увидим прецессию оси вращения), и, в конце концов, может окончательно перевернуться и начать вращаться на своей ножке. Переворачивание будет более длительным, чем период прецессии. Важной особенностью китайского волчка является то, что его центр тяжести заметно смещен к точке опоры. Но, если во вращающемся теле такое смещение мало, то переворачивание может наступить после огромного числа периодов прецессии, или вообще не наступить за время вращения волчка. То есть, можно предполагать, что в опытах Штерна-Герлаха либо переворачивания электрона вообще невозможно, либо длины анализатора Ш-Г для этого явно недостаточно.

5.4. Кстати, хотелось бы остановиться еще на одном моменте. Когда читаешь в литературе объяснения, почему магнитный момент в атоме серебра определяется только одним непарным электроном, то возникает явное ощущение, что в реальности так, как объясняют авторы, быть не может. Они предполагают, что все пары электронов движутся по параллельным и очень близким в пространстве орбитам, но в противоположных направлениях. В этом случае они компенсируют магнитное действие друг друга. Тогда остается действие лишь одного непарного электрона. Мне данный подход кажется абсолютно нереальным. Два парных электрона не будут двигаться по таким орбитам: плоскости их орбит должны быть перпендикулярны друг другу из-за действия кулоновских сил. Поскольку в атоме серебра электронных орбит 47, то суммарная картина может быть очень сложной. В случае же приложения к атомам серебра внешнего магнитного поля все электронные орбиты будут переориентированы, причем таким образом, что парные электроны могут начать двигаться по своим орбитам синхронно друг другу и не в противоположных направлениях (это легко понять, ведь одна из орбит изначально «правильно» ориентирована во внешнем магнитном поле, а вторая может быть переориентирована этим полем). Так что, возможно, все предыдущие расчеты сделаны неправильно, поскольку неправильно были изначальные представления: то есть, в расчетах следует учитывать все 47 электронов, причем не все орбиты электронов могут быть повернуты одинаковым образом. Эту мысль подтверждает то обстоятельство, что приложением внешнего магнитного поля мы можем намагничивать разные материалы (ферромагнетики), то есть, плоскости вращения электронов в атомах, изначально ориентированные хаотически,

внешним полем ориентируются одинаковым образом, а потом их можно разориентировать только высокой температурой, или переменными полями. Возможно то, что кривая намагничивания имеет насыщение, говорит, что повернулись все электроны, которые сильно влияют на уровень намагничивания. Но мы, скорее всего, не можем быть уверены, что плато на кривой будет простираться вечно, и не появятся скачки в уровне намагничивания при больших напряжениях внешнего магнитного поля. То есть, если мы можем поворачивать орбиты непарных электронов, то что мешает магнитному полю поворачивать и электронные орбиты парных электронов? При снятии действия внешнего магнитного поля орбиты могут остаться в новом положении (ферромагнетики), или вернуться в исходное (диамагнетики и парамагнетики). Кстати, разница в последних может быть как раз в том, что атомы как бы находятся в положении 1, или 2 (см. рис.1) из приведенных выше рассуждений.

5.5. Почему же мы решили, что электрон все-таки переворачивается, хотя и с половинной скоростью? Дело в том, что атом, на котором проводится эксперимент, является составной частицей. Давайте проанализируем те 4 положения, которые отображены на рисунке 1. Хотя те рассуждения, которые будут приведены ниже, можно считать весьма условными, попробую привязать их к результатам изначального эксперимента Штерна-Герлаха.

Если считать, что орбитальный момент электрона равен одному магнетону Бора, а его собственный магнитный момент равен половине магнетона, то в случае рис.1,а мы будем иметь суммарный магнитный момент электрона 1,5, а магнитный момент протона  $\frac{1}{2}$ , направленный в противоположную магнитному моменту электрона сторону. Можно считать, что у нас наиболее мощный магнит и условно записать, что суммарный магнитный момент атома равен 2.

В случае рис.1,б суммарный магнитный момент электрона равен  $\frac{1}{2}$ , магнитный момент протона  $\frac{1}{2}$ , опять с противоположным направлением. Тогда суммарный магнитный момент атома будет равен 1. Очевидно, что в случае рис.1.с суммарный магнитный момент атома тоже будет равен 1. В четвертом случае он будет равен 0.

Следует сразу сказать, что в каждом из этих случаев мы имеем магниты (даже в случае 4), которые в анализаторе Штерна-Герлаха разделятся на два потока. То есть, в нем не происходит деления по данным 4-ем случаям: каждый из них делится, но в зависимости от величины магнитного момента отклоняется на разные расстояния. В эксперименте Штерна-Герлаха поток разделился на два потока, а в нашем рассуждении «засвеченных» точек на экране должно быть несколько (скорее всего, 6). В чем может быть причина такого несовпадения?

Во-первых, число случаев в реальности может быть только 2: реализуются только случаи, когда направления вращения протонов и орбитального движения электронов совпадают, и когда они противоположны.

Во-вторых, для атомов серебра, где число электронов 47, мы вовсе не можем быть уверены, что у нас возможны только те положения, что должны быть реализованы для атома водорода. Во-третьих, если все-таки рассматривать

реальную картину полученных в эксперименте результатов (см. рис.2), то видно, что отклонение в сторону «тонкого» полюса магнита представлено достаточно протяженной линией (вполне вероятно, что там несколько случаев, соприкасающихся за счет теплового разброса, имеющегося в каждом случае). Картина несимметрична (у широкого полюса подобного «клюва» нет), поскольку там недостаточно сильное магнитное поле, чтобы получить протяженный разброс (более того, на первоначальном рисунке видно, что интенсивность левой линии в центре значительно меньше правой). В то же время видно, что протяженность «острия» на правой линии достаточна для того, чтобы там уложилось, по крайней мере, 4 случая (длина «острия» больше, чем расстояние между правой и левой линиями, то есть, разница в магнитных моментах атомов, попавших в «острие», больше, чем разница в магнитных моментах атомов с «разными» спинами, которые, по мнению ученых, и заставили атомы разлететься в разные места).

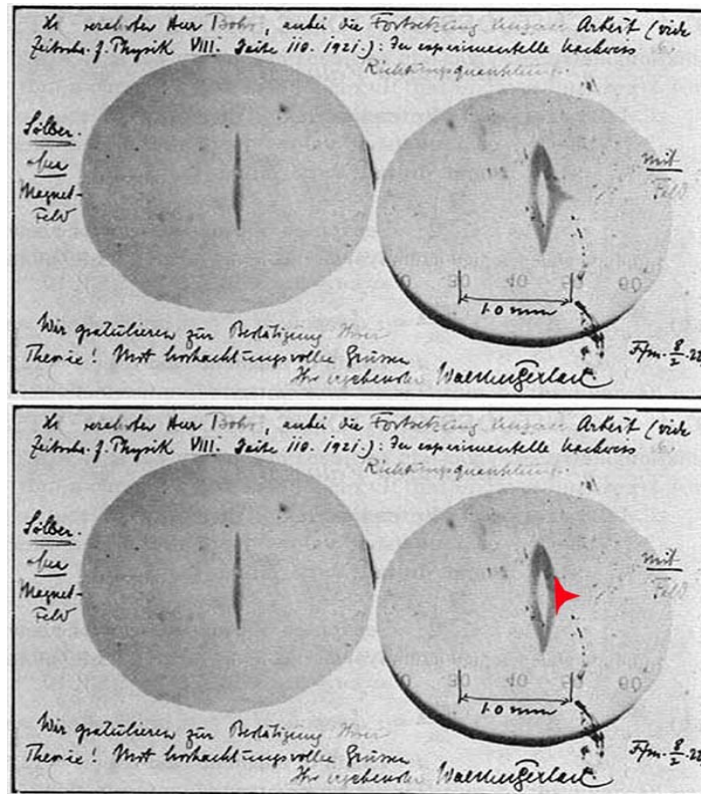


Рис. 2. Оригинальные результаты опыта Штерна-Герлаха.

То есть, суммируя вышесказанное, мы вовсе не можем быть уверены, что электрон изменяет свой магнитный момент при любом изменении направления внешнего магнитного поля. Такой вывод был сделан явно преждевременно.

#### 6. Заключение.

Таким образом в работе установлено, что дискретный характер магнитных моментов всех элементарных частиц обусловлен неким порядком образования этих частиц, в котором изначальным «кирпичиком» явилось появление электрона в

кристаллической решетке униполярно заряженного эфира. Наличие же спина частиц (то есть, некоторой векторной величины) проявляется в случае, когда частица обладает одновременно механическим и магнитным моментами, первый из которых не позволяет частице переворачиваться под действием внешнего магнитного поля (по крайней мере, до определенного его значения). Другими словами, ничего мистического (или специфически квантово-механического) в спинах нет: они вполне объяснимы в рамках классической теории.

Литература.

1. В.Миркин. Является ли спин квантовой характеристикой? Сайт [SkiTecLibrary](#).
2. В.Миркин. Механизм образования «элементарных» частиц. Сайт [SkiTecLibrary](#). 27-05-2013.