

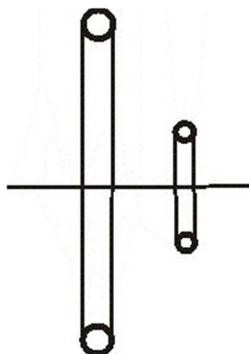
Комментарий к опытам Штерна и Герлаха

Ф. Ф. Менде

Считается, что в случае ускорения электрон всегда излучает энергию. Примером тому служит синхротронное и ондуляторное излучение. Однако имеются случаи, когда ускоряемый электрон не излучает, например вихри Абрикосова в сверхпроводниках второго рода. Вихрь имеет вихревую структуру, в которой заряды движутся по замкнутым окружностям и имеют центростремительное ускорение.

В опытах Штерна и Герлаха было установлено, что водородоподобные атомы серебра имеют магнитные моменты. Позже эти магнитные моменты были связаны со спином электрона. Неустойчивость атома всегда пытались связать с тем, что при движении по окружности электрон, имеющий центростремительное ускорение, должен излучать. Но, как видим, имеются примеры, когда электрон, находящийся в подобной ситуации и не излучает. Это может быть связано с тем, что он перестаёт быть точечным и его заряд размазывается вдоль траектории всей орбиты, представляя непрерывный ток.

Чтобы отнять электрон у атома, следует затратить значительную энергию ионизации, которая для атома водорода составляет 12.6 эВ. В случае рекомбинации электрон отдаёт эту энергию в виде электромагнитного излучения. Этот процесс связан с дипольным излучением, при котором ядро и электрон осуществляют взаимные колебания, при этом электрон движется по эллиптической орбите до тех пор, пока его орбита и орбита ядра не превратятся в окружности. При этом возникают два магнитных момента: ядерный и электронный. Эти моменты направлены в разные стороны и поэтому отталкиваются, следовательно, такое положение является неустойчивым. В связи с неустойчивостью обе орбиты начинают смещаться в осевом направлении, как показано на рисунке.



Но такому смещению препятствует электростатическая сила притяжения между разноимёнными зарядами ядра и электрона. Равновесие наступает, когда электростатические силы притяжения уравнивают электромагнитные силы отталкивания. Такая система будет иметь бесконечное число резонансов, поскольку возможны не только взаимные колебания колец, но и волнообразные колебания вдоль самих колец, которые принято называть волнами де Бройля.

Как же в свете сказанного рассматривать результаты экспериментов Штерна и Герлаха? Нужно полагать, что для водородоподобных атомов перепутали спин электрона с его орбитальным моментом. Было бы абсурдным считать, что при подлёте к полюсам магнита атомы уже знают, вдоль какой оси им следует ориентироваться. Конечно же, при подлёте к магниту ориентация их магнитных моментов хаотична. Но почему тогда имеется место такое чёткое расслоение линий, свидетельствующее о предварительной ориентации атомов? Механизм поведения атомов в этом случае может быть следующий. Те атомы, у которых магнитные моменты совпадают с направлением магнитного поля, или имеют малое отклонение от этого направления, двигаясь в направлении поля, отклоняются от прежней оси своего полёта. Другие атомы, у которых магнитные моменты обратны полю, должны были бы повернуться по полю, но в виду большой механической инерции ядер они выбирают с энергетической точки зрения более выгодный вариант. Магнитное поле просто продавливая кольцевой ток электрона через кольцевой ток ядра, перебрасывая таким образом его в обратное положение. Но на продавливание уходит какое-то время и поэтому указанные атомы не успевают отклониться на такое же расстояние, как благополучные атомы. В результате этого и возникают две линии на пластинке. Но если более тщательно провести исследование, то должен наблюдаться следующий эффект. Если провести ось вдоль траектории полёта атомов, спроецировав её на пластинку, то полосы осевшего вещества должны быть несимметричны относительно точки пересечения оси с пластинкой.