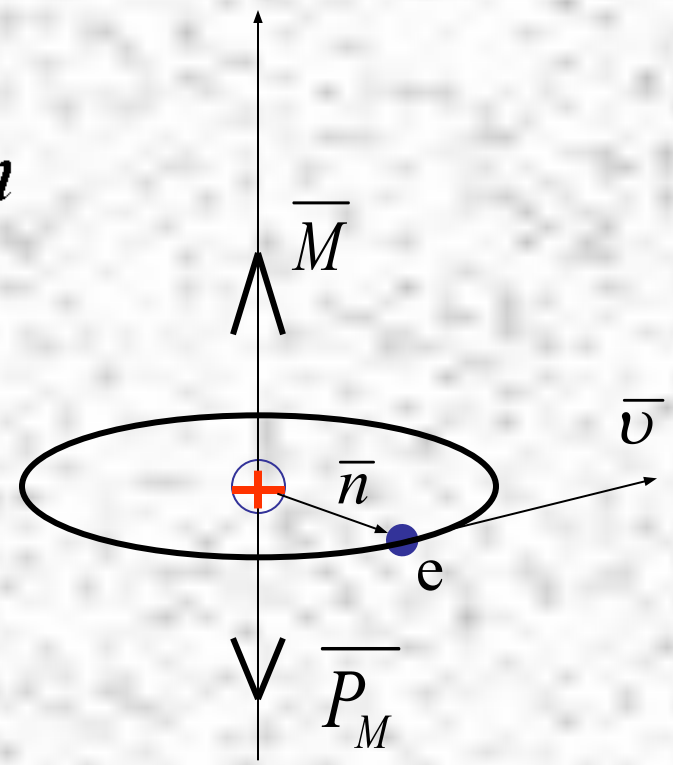


Электрон, вращаясь по своей орбите, обладает орбитальным механическим моментом, с которым гиромагнитным соотношением связан магнитный момент.

⊠
 M – механический момент
 $M = mvr$



- За период T через любое сечение орбиты пройдёт заряд e , следовательно, сила тока равна:

$$i = \frac{e}{T} = \frac{ev}{2\pi r}$$

- Магнитный момент электрона:

$$p_m = iS = \frac{ev}{2\pi r} \pi r^2 = \frac{evr}{2},$$

- Отношение магнитного момента к механическому:

$$\frac{p_m}{M} = \frac{e}{2m}.$$

$$\vec{p}_m = -\frac{e}{2m} \vec{M}$$

-называется гиромагнитным соотношением орбитальных моментов.

Экспериментальное определение гиромагнитного соотношения для атомов привело к результату, в два раза отличающемуся от записанного выше:

$$\vec{p}_m = -\frac{e}{m} \vec{M}$$

Этот факт подтверждал предположение, что электрон помимо орбитальных моментов, обладает и собственными моментами.

Основным экспериментом, подтверждающим наличие собственного магнитного момента у электрона, являются опыты Штерна и Герлаха.

В опыте пучок атомов водорода, находящихся в s ($\ell = 0$) состоянии, пропускаться через неоднородное магнитное поле.

Для s состояния магнитное квантовое число $m = 0$.

Вместо одного пятна после прохождения пучком поля, было обнаружено два пятна.

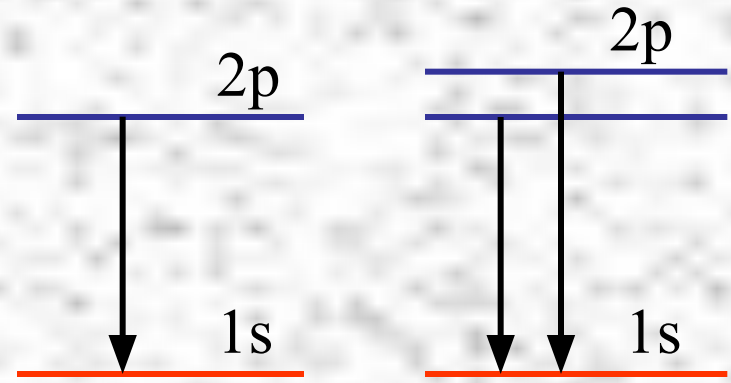
Действие магнитного поля на пучок в s состоянии можно было объяснить основываясь на том, что у атома есть магнитный момент. Так как орбитальный момент в s состоянии равен нулю, то пришлось предположить, что электрон атома водорода обладает собственным магнитным моментом, и в зависимости от проекций этого момента на направление поля, получается два пятна. Рассчитанное значение магнитного момента получило название магнетона Бора.

$$\mu = \pm \mu_B, \quad \mu_B = \frac{e\hbar}{2m}.$$

С собственным магнитным моментом, в соответствии с гиромагнитным соотношением, связан и собственный механический момент.

Экспериментальным подтверждением существования собственного механического момента электрона явились также спектры атома (Na) натрия, в которых вместо одной линии, соответствующей переходу ($2p \rightarrow 1s$), обнаружилось две линии. Эти две линии получили название – дуплета натрия.

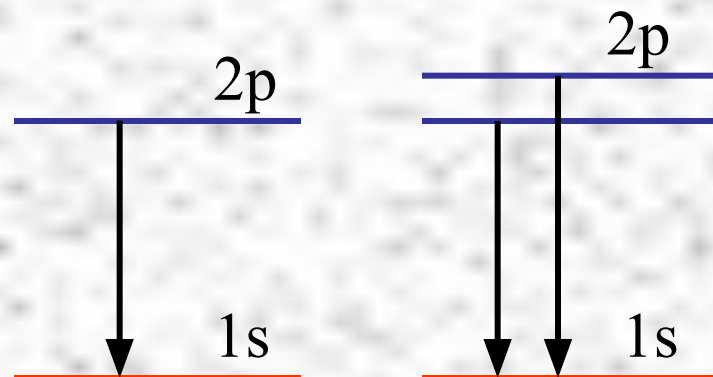
Объяснить существование двух линий можно было только предполагая наличие собственного магнитного и механического моментов электрона.



Для состояния p квантовые числа имеют значения:

$$l = 1, \quad m = 0, \pm 1.$$

Налицо вырождение по магнитному числу (m), которое снимается в магнитном поле (три отдельные линии), однако дуплет натрия наблюдается и в отсутствие магнитного поля (две линии), кроме того вместо трёх линий наблюдалось только две.



Наличие двух линий можно было объяснить следующим образом:

Круговые токи (электроны движутся по орбите) создают слабое магнитное поле, которое оказывает воздействие на собственный магнитный момент электрона, и в зависимости от ориентации этого магнитного момента по отношению к созданному магнитному полю появляются две линии. Собственный магнитный момент связан с собственным механическим моментом. Собственный механический момент электрона получил название СПИН.

Условия квантования:

$$M_s^2 = \hbar^2 s(s + 1).$$

$$M_{s_z} = \hbar m_s \quad (m_s = \pm s).$$

Квантовое число m_s , названное спиновым числом, как было показано ранее, не может принимать целочисленные значения. При этом должно было бы наблюдаться в спектре три линии, а наблюдаются две.

Было показано, что спиновое число может принимать два значения (в соответствии с магнетонам Бора):

$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$

Следовательно квантовое число $s = \frac{1}{2}$.

Каждое состояние характеризуется суммарным значением момента импульса. Полный момент импульса обозначают – M_j

Запишем условие квантования полного момента импульса:

$$M_j^2 = \hbar^2 j(j+1);$$

$$j = l + s, |l - s|$$

$$M_{j_z} = \hbar m_j$$

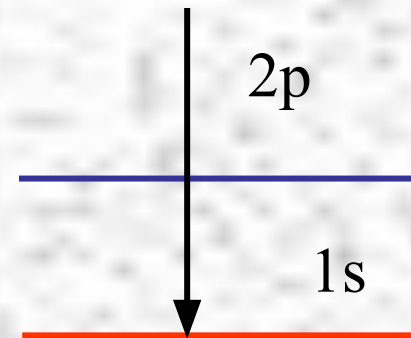
$$m_j = -j, -j + 1, \dots, j$$

Найдем значения квантового числа j , определяющего полный механический момент, для двух значений числа n :

$$n = 1; \ell = 0; m = 0.$$

$$j = \ell + s, |\ell - s| = 1/2.$$

$$; \quad j = 1/2.$$

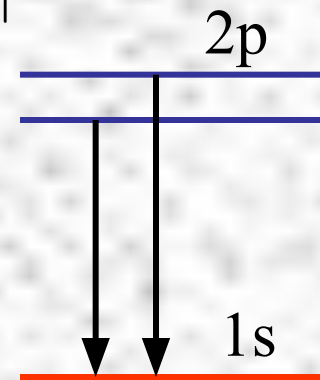


$$\left(\begin{array}{l} n = 2; \ell = 0; m = 0; \\ \ell = 1; m = -1; 0; 1. \end{array} \right)$$

$$n = 2; \ell = 0; j = \frac{1}{2}; (\ell + s = 0 + \frac{1}{2}).$$

$$n = 2; \ell = 1; j = \frac{3}{2}; (j = \ell + s = 1 + \frac{1}{2})$$

$$n = 2; \ell = 1; j = \frac{1}{2}; (j = |\ell - s| = |1 - \frac{1}{2}|)$$



Состояние электрона в атоме теперь характеризуется не тройкой квантовых чисел (n, ℓ, m) , а четвёркой (n, ℓ, m, m_s) . Следовательно, вырождение энергетического уровня становится равным $(2n^2)$.

Принцип Паули.

В квантовом состоянии, заданном четвёркой квантовых чисел (n, ℓ, m, m_s) может находиться один единственный электрон. В случае задания состояния тройкой квантовых чисел (n, ℓ, m) , в этом состоянии могут находиться два электрона, отличающиеся значением четвертого квантового числа. В этом случае говорят, что два электрона имеют противоположно направленные спины.

