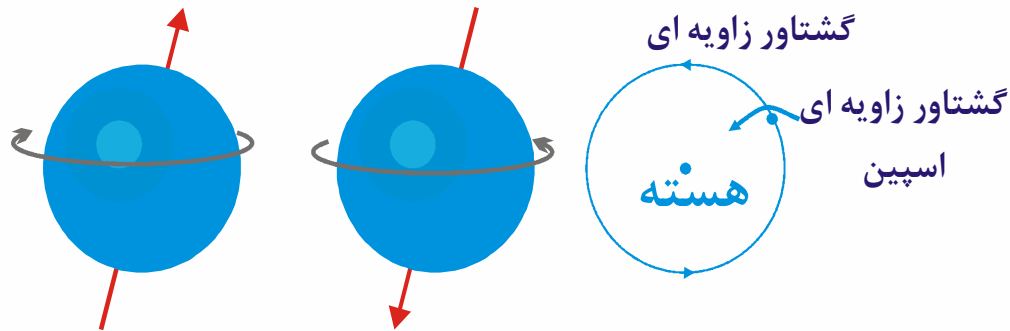


## عدد کوانتائی چرخشی ( $S$ ) The Spin Quantum Number

می‌دانیم که از حرکت الکترون پیرامون هسته، نوعی میدان مغناطیسی بوجود می‌آید که به پیدایش عددهای کوانتومی مغناطیسی مختلف منجر می‌گردد و اینها جهت گیریهای اوربیتالها را در فضا نشان می‌دهند. حال باید این نکته را نیز مورد توجه قرار دهیم که چرخش الکترون به دور محوری از خود نیز میدان مغناطیسی دیگری پدید می‌آورد. واقعیت آن است که منشاء دقیق این میدان مغناطیسی شناخته نشده است، زیرا هر گونه اطلاعی از ساختمان درونی الکترون نداریم ولی می‌توانیم آن را مطابق شکل زیر به یک کره باردار که دارای حجم معینی است و به دور محور خود می‌چرخد، تشبیه کنیم.



حاصل این چرخش، ایجاد یک میدان مغناطیسی در حول خود می‌باشد. پس به هر الکترون مطابق این شکل، یک میدان و گشتاور مغناطیسی وابسته است.

عدد کوانتومی مغناطیسی  $m_s$  به این نوع میدان و گشتاور مغناطیسی مربوط است و فقط می‌تواند دو حالت داشته باشد. زیرا که میدان مغناطیسی تولید شده می‌تواند با یک میدان مغناطیسی هم جهت باشد و آن را تقویت کند و یا با آن مختلف‌الجهت باشد و آن را تضعیف نماید. به عبارت دیگر

چرخش الکترون به دور محور خود تنها در دو جهت امکان پذیر است. به همین دلیل دو عدد کوانتومی

مغناطیسی اسپین برای هر الکترون قائل می شوند که معمولاً یکی را  $+\frac{1}{2}$  و دیگری را  $-\frac{1}{2}$  می گیرند.<sup>1</sup>

بدیهی است که مقدار این عدد کوانتومی برای الکترون وابسته به مقدار یا تغییرات سه عدد کوانتومی

دیگر نیست. در صورتی که مشاهده شد که  $l$ ،  $n$  و  $m_l$  به یکدیگر وابسته هستند.

در کل لغت *To Spin* در انگلیسی به معنای چرخیدن و عبارتست از گشتاور دورانی یک ذره روی

خودش و مقدار آن برای ذرات بنیادی کاملاً مشخص و محدود می باشد و ارزش آن عدد کامل یا نیمه

کاملی است. ذراتی که اسپین آنها نیمه کامل می باشد  $(\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2})$  و غیره) *Fermion* نام داده می شوند و

ذراتی که اسپین آنها عدد کامل است (1 و 2 و 3 و غیره) *Boson* نامیده می شوند.

بنابراین الکترون و پروتون و نوترون که جزو دسته فرمیونها هستند، اسپین برابر با  $\pm\frac{1}{2}$  دارند.

بدیهی است که دو الکترون که در یک اوربیتال زوج شده قرار می گیرند، اعداد کوانتومی

مغناطیسی اسپین مخالف یکدیگر داشته  $(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$  و به عبارت دیگر از لحاظ عددی یکسان و از

لحاظ جهت مختلف هستند و بدین جهت یکدیگر را حذف می کنند (یعنی دیگر خواص مغناطیسی

معمول را از خود نشان نمی دهند).

همچنین چون ارزش  $n$  مقدار  $L$  را تعیین و  $L$  به نوبه خود ارزش مجاز  $m$  را معین می نماید

بنابراین، ممکن است ترکیبات *Combinations* بخصوصی از اعداد کوانتیک وجود داشته باشند. به

عنوان مثال پائین ترین تراز انرژی اتم هیدروژن (حالت اصلی و پایدار) یعنی حالتی که در آن  $n=1$  است

را در نظر می گیریم. چون ارزش  $L$  محدود به صفر و  $(n-1)$  است بنابراین،  $(L)$  نمی تواند بیشتر از یک

مقدار داشته باشد و آن هم  $L = 0$  است. مقدار  $L$  ارزش مجاز  $m$  را تعیین می‌کند، نظر به اینکه به ازای

$(2L+1)$  مقدار  $m$  معلوم می‌شود،  $(2 \times 0 + 1)$  لذا ارزش مجاز  $m$  عبارتست از  $(m = 0)$  و بالاخره هر چه

$$\text{مقدار } n \text{ و } L \text{ و } m \text{ باشد } S \text{ عبارتست از } +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}.$$

بدین سان اتم هیدروژن فقط به دو صورت می‌تواند در حالت اصلی و پایدار خود وجود داشته باشد

که به ترتیب عبارت از ارزشهای  $n$  و  $L$  و  $m$  و  $S$  می‌باشد.

$n$	$L$	$m$	$S$	$n$	$L$	$m$	$S$
1	0	0	$+\frac{1}{2}$	و	1	0	$0 -\frac{1}{2}$

ترکیبات دیگر متناسب با حالت تحریکی اتم هیدروژن است اگر الکترون تحریک شده (یعنی

مقداری انرژی اضافی کسب کرده باشد) و به جای حالت اصلی و پایدار خود، در حالت تحریکی بسر برد

اولاً شماره تراز آن تغییر خواهد کرد، مثلاً، الکترون با کسب یک کوانتا انرژی  $(h\nu)$  از تراز  $n = 1$  به تراز

$n = 2$  رفته است، ثانیاً عدد کوانتائی سمتی (گشتاور زاویه‌ای)  $L$  می‌تواند مقادیر بین صفر و  $(n-1)$  را

داشته باشد. لذا ارزشهای آن نیز به صورت زیر تغییر خواهد کرد:

$$L = 0, \quad L = (2-1) = 1$$

اگر  $L = 0$  باشد تنها ارزش مجاز  $m$  صفر است و نیز  $S$  دارای ارزشهای  $\pm\frac{1}{2}$  می‌باشد و اگر  $L = 1$

باشد ارزشهای مجاز  $m$  عبارتند از:  $1$  و  $0$  و  $-1$  و باز  $S$  برابر  $\pm\frac{1}{2}$  است. بنابراین، به هشت صورت مختلف

الکترون اتم هیدروژن می‌تواند در حالت  $n = 2$  وجود داشته باشد. این هشت ترکیب اعداد کوانتیک،

متناسب با یک انرژی می‌باشد، ترکیبات ممکن برای ترازهای دیگر ( $n$  های مختلف) در جدول زیر گنجانده شده‌اند.

ترکیبات اعداد کوانتائی و اوربیتالهای مربوطه

*Quantum numbers and Orbitals*

$n$	$L$	Orbital اوربیتال	$m$	$s$	Number of Combination تعداد ترکیبات
1	0	1s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2
2	0	2s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2 } 6 } 8
2	1	2p	+1,0,-1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	
3	0	3s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2 } 6 } 10 } 18
3	1	3p	1+,0,-1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	
3	2	3d	+2,+1,0,-1,-2	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	
4	0	4s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2 } 6 } 10 } 14 } 32
4	1	4p	+1,0,-1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	
4	2	4d	+2,+1,0,-1,-2	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	
4	3	4f	+3,+2,+1,0,-1,-2,-3	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	

موقعی که الکترون اتم هیدروژن بیشتر تحریک شده است یعنی دو پیمانه انرژی ( $h\nu', h\nu$ )

کسب نماید به جای اینکه در تراز اصلی خود  $n = 1$  باشد در تراز  $n = 3$  قرار می‌گیرد؛ در این حالت

ارزش ( $L$ ) متناسب است با مقادیر 0 و 1 و 2 لهذا تعداد بیشتری ترکیب برای اعداد کوانتیک وجود دارد

که عبارتند از 18.

با این ترتیب می‌بینیم که یک الکترون در اتم چهار نوع مشخصه یا آدرس دارد:

**اول.** شماره سطح اصلی انرژی که معرف فاصله الکترون از هسته و سطح انرژی آن است و آن را با

$n = 1, 2, 3, 4, \dots$  یا  $K, L, M, N, \dots$  نشان می‌دهند.

**دوم.** تراز فرعی  $s, p, d, f$  که معرف شکل اوربیتال و تراز فرعی انرژی است.

**سوم.** جهت‌گیری اوربیتال در فضا (مثلاً در امتداد محور  $x, y$  یا  $z$ ).

**چهارم.** کیفیت اسپین (حرکت وضعی) الکترون مورد نظر در آن.

---

1. توجه شود که ما فقط یک نوع عدد کوانتومی اسپین  $s$  با علامت  $\frac{1}{2}$  داریم. ولی دو نوع عدد کوانتومی مغناطیسی

اسپین  $m_s$  داریم که یکی  $+\frac{1}{2}$  و دیگری  $-\frac{1}{2}$  است.

