۴۳. کدام گزینه نادرست است؟ (تجربی ۹۳ خارج)
۱) بر اثر تخلیه ی الکتریکی درون گاز هیدروژن، رنگ صورتی روشن به وجود می آید.
۲) با افزودن براده ی منیزیم به باروت سیاه، جرقه های آتش به رنگ نارنجی تولید می شود.
۳) جرج استونی، ذره های حمل کننده ی جریان برق را الکترون نامید و میلیکان توانست بار آن ها را حساب کند.
۴) بدون استفاده از منشور در دستگاه طیف بین، امکان مشاهده ی تک تک خطوط طیف های اتمی وجود نداشت.

۴۴. کدام گزینه درست است؟ (تجربی ۹۴)
۱) این دیدگاه که همه ی مواد از ذرات کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند، ۲۵۰۰ سال پیش از پیشنهاد آب، خاک، آتش و هوا به عنوان عنصر، مطرح شد.
۲) با توجه به وجود ذرات زیراتمی، هنوز باور بر این است که اتم کوچکترین ذره ی هر عنصر است که خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر به ویژگی های آن بستگی دارد.
۳) بر پایه ی نظریه ی ارسطو، دانشمندان باید به پژوهش های عملی در کنار فعالیت های نظری بپردازند.
۴) رابرت بویل در کتاب خود به نام شیمیدان شکاک، درستی نظریه ی اتمی دالتون را زیر سوال برد.

اعداد کوانتومی

عدد کوانتومی اصلی (n)

n (عدد کوانتومی اصلی) همان عددی است که بور برای مشخص کردن ترازهای انرژی در مدل خود به کار برده بود.

در مدل کوانتومی به جای ترازهای انرژی از واژه ی لایه های الکترونی استفاده می شود و n تراز انرژی آن ها را معین می کند. (سطح انرژی لایه های الکترونی را نشان می دهد)

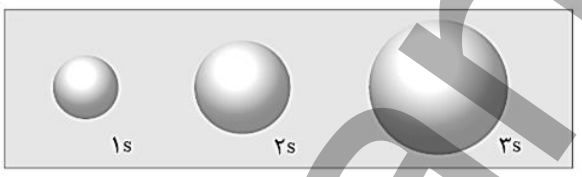
n=۱ پایدارترین لایه ی الکترونی را نشان می دهد.
هرچه n بالاتر برود، تراز انرژی لایه ی الکترونی افزایش می یابد.
پیرامون هسته ی اتم حداکثر ۷ لایه ی الکترونی مشاهده شده است.
مقادیر مجاز برای برای عدد کوانتومی اصلی (n) عددهای صحیح مثبت ۱،۲،۳،... هستند.

مشاهده ها نشان داده است که الکترون های موجود در یک لایه ی الکترونی، گروه های کوچکتری نیز تشکیل می دهند. به هریک از این گروه ها، زیرلایه می گویند.
n تعداد زیرلایه های هر لایه ی الکترونی را نیز مشخص می کند.
برای مثال، در لایه ی الکترونی دوم (n=۲)، دو زیرلایه وجود دارد.

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir
Sanatisharif.ir

عدد کوانتومی اوربیتالی (l)

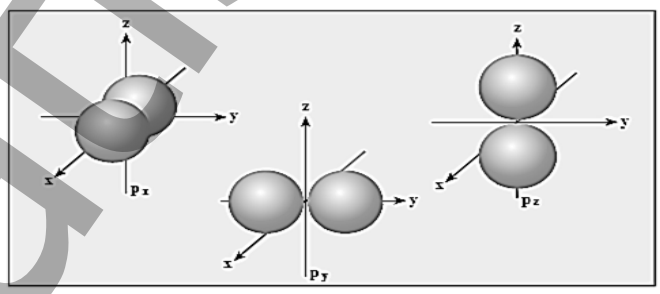
عدد کوانتومی اوربیتالی (l)، نوع زیرلایه یا شکل و تعداد اوربیتال های آن زیرلایه را مشخص می کند.
زیرلایه ها را با عدد کوانتومی اوربیتالی (l) مشخص می کنند.
l می تواند عددهای صحیح ۰ تا (n-۱) را در بر بگیرد.
این مقادیر عددی را معمولاً با حروف s (l=۰)، p (l=۱)، d (l=۲) و f (l=۳) نشان می دهند.
شکل اوربیتال های موجود در زیرلایه های s و p به ترتیب کروی و دمبلی هستند.



اوربیتال‌های ۱s، ۲s و ۳s

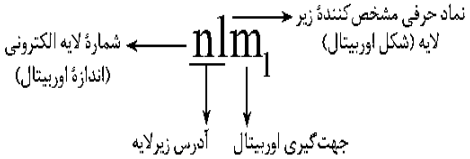
عدد کوانتومی مغناطیسی (m_l)

جهت گیری اوربیتال ها را در فضا معین می کند.
m_l همه ی عددهای صحیح بین l- تا l+ را در بر می گیرد.
در هر زیرلایه، به تعداد ۲l+۱ اوربیتال وجود دارد.
در هر لایه، به تعداد n^2 اوربیتال وجود دارد.
تنها جهت گیری اوربیتال های موجود در زیرلایه ی ، آن ها را از یکدیگر متمایز می کند. p_x، p_y و p_z نمادهایی هستند که برای نمایش این اوربیتال ها به کار می روند.



در هر زیرلایهٔ p سه اوربیتال وجود دارد.

مجموعه ای از اوربیتال ها با مقدار l برابر، یک زیرلایه را ایجاد می کنند و مجموعه ای از زیرلایه ها با n برابر، یک لایه ی الکترونی را تشکیل می دهند.
برای دادن آدرس اوربیتال ها به شیوه ی زیر عمل می شود :



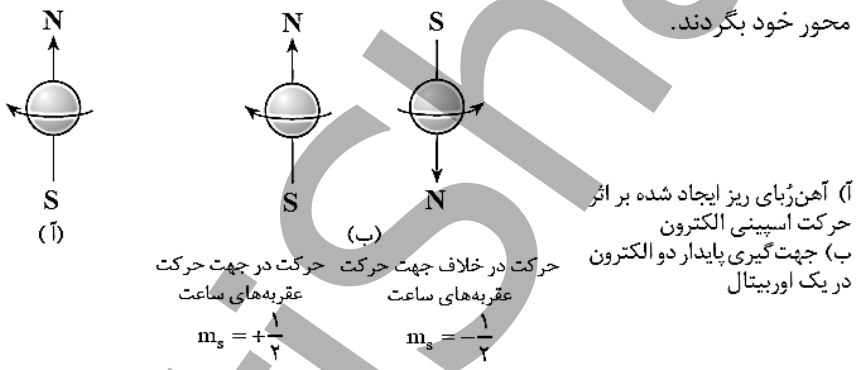
برای مثال : $2p_z$ نشان می دهد که این اوربیتال دمبلی شکل در لایه ی الکترونی دوم و در زیرلایه ی p قرار دارد و درراستای محور z ها جهت گیری کرده است.

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir
SanatiSharif.ir

عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین (m_s)

با کمک سه عدد کوانتومی n، l و m_l اندازه، شکل و جهت گیری اوربیتال های اتمی تعیین می شود.
اما دانشمندان در توجیه مشاهده های تجربی، این سه عدد را برای مشخص کردن آدرس یک الکترون در اتم کافی ندانستند. زیرا توجیه برخی خواص فیزیکی اتم ها با نسبت دادن حضور دو الکترون در یک اوربیتال امکان پذیر بود.
برای توضیح این نکته که چگونه دو الکترون با بار همنام می توانند در یک اوربیتال جای گیرند، دانشمندان افزون بر حرکت اوربیتالی (حرکت الکترون به دور هسته ی اتم)، یک حرکت اسپینی (حرکت به دور خود) نیز به الکترون نسبت داده اند.
الکترون با گردش حول محور خود به یک آهن ربای ریز تبدیل می شود.
حال اگر این دو الکترون ناگزیر شوند که کنار هم قرار گیرند، باید یک نیروی جاذبه ی قوی در برابر دافعه ی میان آن ها به وجود بیاید. این جاذبه هنگامی به وجود می آید که قطب های مغناطیسی الکترون دوم در برابر قطب های مغناطیسی ناهمنام الکترون اول قرار گیرد. شرط لازم برای چنین آرایشی در یک اوربیتال آن است که الکترون ها در دو جهت مخالف هم (یکی در جهت عقربه های ساعت و دیگری بر خلاف آن ها) به دور محور خود بگردند.

محور خود بگردند.



آ) آهن‌رُبای ریز ایجاد شده بر اثر حرکت اسپینی الکترون
ب) جهت‌گیری پایدار دو الکترون در یک اوربیتال

برای مشخص کردن جهت گردش الکترون ها، به هر حالت یک عدد کوانتومی نسبت داده شد که به آن عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین (m_s) می گویند.
این عدد تنها دو مقدار ($+\frac{1}{2}$ برای چرخش در جهت حرکت عقربه های ساعت و $-\frac{1}{2}$ برای چرخش در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت) خواهد داشت.

اصل طرد پائولی

هیچ اوربیتالی در یک اتم نمی تواند بیش از دو الکترون در خود جای دهد.
در یک اتم، هیچ دو الکترونی را نمی توان یافت که هر چهار عدد کوانتومی آ ن ها (n , l , m_l , m_s) با هم برابر باشد.

این اصل با توجه به بحث اسپین و معرفی چهارمین عدد کوانتومی کاملاً قابل درک است.

نتیجه گیری اصل طرد پائولی : در هر اوربیتال، حداکثر دو الکترون آن هم با اسپین مخالف قرار می گیرند.

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir
Sanatisharif.ir

اگر هر اوربیتال را با یک چهار گوش (مربع) و هر الکترون را بسته به عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین آن با یک پیکان (↑ برای $m_s=+\frac{1}{2}$ و ↓ برای $m_s=-\frac{1}{2}$) نشان دهیم، در این صورت شیوه ی قرار گرفتن الکترون در اتم هیدروژن را می توان به صورت زیر نشان داد:

$_1H : 1s^1$ ↑ یا ↓

توجه : هر دو آرایش فوق برای اتم هیدروژن در حالت پایه قابل قبول است. (البته در غیاب میدان مغناطیسی)

تست های موضوعی :

۴۵. اگر عدد کوانتومی اصلی (n) یک لایه (سطح انرژی) الکترونی اتم برابر با ۴ باشد، کدام عددها را می توان به عدد کوانتومی l الکترون های آن لایه نسبت داد و حداکثر گنجایش آن لایه چند الکترون است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید) (ریاضی ۸۹ خارج)

۱) ۰، ۱، ۲، ۳- ۱۸ ۲) ۰، ۱، ۲، ۳- ۳۲ ۳) ۱، ۲، ۳، ۴- ۳۲ ۴) ۱، ۲، ۳- ۱۸

۴۶. جهت گیری اوربیتال ها در فضای پیرامون هسته ی اتم، با عدد کوانتومی ..... مشخص می شود که شمار آن در هر زیر لایه برابر با ..... است. (تجربی ۸۶)

۱) $2n-1, l$ ۲) $2n+1, l$ ۳) $2l-1, m_l$ ۴) $2l+1, m_l$

۴۷. کدام عبارت در ارتباط با عدد کوانتومی l، نادرست است؟ (ریاضی ۸۶ خارج)

۱) از مقدار آن می شود شکل اوربیتال های اتمی را مشخص کرد.

۲) از مقدار آن می توان، شمار اوربیتال ها در هر زیر لایه را معین کرد.

۳) جهت گیری اوربیتال ها در هر زیر لایه، به مقدار آن بستگی دارد.

۴) در هر لایه با عدد کوانتومی n، می تواند مقادیر صفر تا n-1 را اختیار کند.

۴۸. در میان داده های جدول رو به رو، تنها داده های مندرج در ردیف ..... از ستون ..... آن نادرست است. (تجربی ۸۷)

۱) دو – دو

۲) دو – سه

۳) سه – دو

۴) سه – سه

ردیف	زیرلایه	l	m_l	شمار اوربیتال ها
		۱	۲	۳
۱	s	۰	۰	۱
۲	P	۱	-۱،۰،+۱	۳
۳	d	۲	-۲،-۱،+۱،+۲	۵

SanatiSharif.ir
مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir

۴۹. کدام مطلب، به اصل طرد پائولی مربوط نیست؟ (تجربی ۸۷)
۱) در یک اوربیتال اتمی، بیش از دو الکترون جای نمی گیرد.
۲) الکترون ها در یک اوربیتال اتمی، دارای اسپین های مخالف اند.
۳) الکترون ها، هر زیر لایه را نخست نیم پر و سپس پر می کنند.
۴) در یک اتم، هیچ دو الکترونی وجود ندارد که چهار عدد کوانتومی آن ها یکسان باشند.

۵۰. کدام عبارت نادرست است؟ (ریاضی ۸۸)
۱) زیر لایه ی s، برعکس زیر لایه های p و d، تنها شامل یک اوربیتال است.
۲) در هر سطح انرژی اتم، الکترون های زیر لایه ی p در مقایسه با الکترون های زیر لایه ی s انرژی بیشتری دارند.
۳) در هر سطح انرژی اتم، زیر لایه ای که عدد کوانتومی l کوچک تری دارد، با نماد d مشخص می شود.
۴) هر اوربیتال p، یک عدد کوانتومی m_l معینی دارد که جهت گیری آن را در فضای پیرامون هسته مشخص می کند.

۵۱. نماد دومین عدد کوانتومی الکترون در اتم ها ..... است و از روی این عدد کوانتومی می توان شمار ..... ها را در هر زیر لایه ی الکترونی و نیز ..... اوربیتال ها را در اتم، معین کرد. (تجربی ۸۸)
۱) m_l – اوربیتال – شکل
۲) l – اوربیتال – شکل
۳) l – الکترون – جهت گیری
۴) m_l – الکترون – جهت گیری

۵۲. از روی عدد کوانتومی اوربیتالی (l)، می توان ..... اوربیتال اتمی را در هر ..... معین و ..... آن ها را مشخص کرد. (تجربی ۸۸ خارج)
۱) شمار – لایه – شکل
۲) شمار – زیرلایه – شکل
۳) شکل – لایه – جهت گیری
۴) شکل – زیرلایه – جهت گیری

۵۳. با بررسی جدول رو به رو، می توان دریافت که تنها در ردیف ..... از ستون .....، داده ی مورد نظر درباره ی زیر لایه ی الکترونی نادرست است. (ریاضی ۸۹)
۱) ۲ – ۱
۲) ۲ – ۲
۳) ۳ – ۲
۴) ۱ – ۱

ستون	۳	۲	۱	
ردیف	شمار اوربیتال ها	m_l	l	زیرلایه
۱	۱	۰	۰	s
۲	۳	-۱, ۰, +۱	۱	P
۳	۵	-۲, -۱, +۱, +۲	۲	d

۵۴. کدام مطلب در ارتباط با عدد کوانتومی l نادرست است؟ (ریاضی ۸۹ خارج)
۱) جهت گیری اوربیتال ها در هر زیرلایه، به مقدار آن بستگی دارد.
۲) با دانستن مقدار آن، می توان شکل اوربیتال های اتمی را معین کرد.
۳) با دانستن مقدار آن، می توان شمار اوربیتال های هر زیرلایه را معین کرد.
۴) در هر لایه با عدد کوانتومی n، می تواند مقادیر صفر تا n-۱ را اختیار کند.

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir
SanatiSharif.ir

۵۵. عدد کوانتومی اوربیتالی با نماد ..... نشان داده می شود و از روی آن ..... اوربیتال های اتمی در هر ..... معین و ..... آن ها مشخص می شود. (تجربی ۸۹ خارج)

۱) l – شمار – زیرلایه – شکل

۲) m_l – شمار – زیرلایه – شکل

۳) l – شمار – زیرلایه – جهت گیری

۴) m_l – شکل – لایه – جهت گیری

۵۶. کدام مطلب به اصل طرد پائولی مربوط نیست؟ (تجربی ۹۰ خارج)

۱) هیچ اوربیتال اتمی در یک اتم نمی تواند بیش از دو الکترون در خود جای دهد.

۲) در یک اتم هیچ دو الکترونی را نمی توان یافت که هر چهار عدد کوانتومی آن ها برابر باشد.

۳) الکترون ها در اتم ها، لایه های انرژی را به ترتیب پایداری آن ها اشغال و پر می کنند.

۴) در هر اوربیتال، حداکثر دو الکترون با اسپین های مخالف جای می گیرند.

آرایش الکترونی اتم

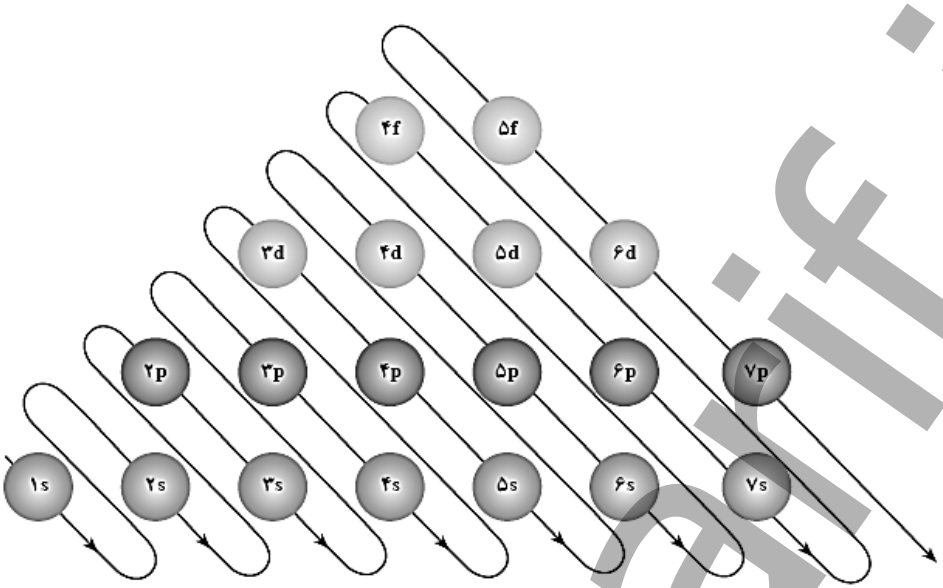
مدل کوانتومی اتم به ما این امکان را می دهد که چگونگی آرایش الکترون ها در اتم ها را معین کنیم.

الکترون ها تمایل دارند تا در پایین ترین تراز انرژی قرار بگیرند.

ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها از الکترون (اصل آفبا)

SanatiSharif.ir

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir



شیوهٔ پرشدن زیرلایه‌ها

اوربیتال های هم انرژی، به اوربیتال هایی می گویند که در یک زیرلایه قرار می گیرند و انرژی یکسانی دارند.
مثال : زیرلایه ی p دارای سه اوربیتال هم انرژی و زیرلایه ی d دارای پنج اوربیتال هم انرژی است.

قاعده ی هوند : پر شدن زیرلایه هایی که بیش از یک اوربیتال هم انرژی دارند به گونه ای است که ابتدا در هر اوربیتال یک الکترون وارد می شود و این کار تا نیمه پر شدن زیرلایه ادامه می یابد. سپس زیرلایه ی نیمه پر شده شروع به کامل شدن می کند. [هنگام پر شدن اوربیتال های هم انرژی (مانند اوربیتال های p و یا اوربیتال های d) تا زمانی که هریک از اوربیتال ها نیمه پر نشده باشد، هیچ کدام پر نمی شوند.]

اگر برای رسم آرایش الکترونی اتم عنصرهای دیگر از اتم هیدروژن شروع کنیم و سپس یک به یک بر تعداد پروتون های درون هسته و الکترون های پیرامون آن بیفزاییم، به این گونه، اتم عنصرهای سنگین تر از هیدروژن را به ترتیب افزایش عدد اتمی ساخته ایم. این شیوه ی دست یافتن از یک اتم به اتم دیگر را اصل بناگذاری یا آفبا می گویند.
آفبا یک واژه ی آلمانی به معنای رشد یا افزایش گام به گام است.

نماد شیمیایی عنصر	آرایش الکترونی نوشتاری	آرایش الکترونی نموداری
${}_{1}H$	$1s^1$	↑
${}_{2}He$	$1s^2$	↑↓
${}_{3}Li$	$1s^2\ 2s^1$	↑↓ ↑
${}_{4}Be$	$1s^2\ 2s^2$	↑↓ ↑↓
${}_{5}B$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$	↑↓ ↑↓ ↑ ☐ ☐
${}_{6}C$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$	↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ☐

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir
SanatiSharif.ir

۷N	$1s^2$ $2s^2$ $2p^3$	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑
۸O	$1s^2$ $2s^2$ $2p^4$	↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑
۹F	$1s^2$ $2s^2$ $2p^5$	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑
۱۰Ne	$1s^2$ $2s^2$ $2p^6$	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓

نوشتن آرایش الکترونی به روش گازهای نجیب

از آنجا که لایه های الکترونی در گازهای نجیب پر هستند معمولاً برای خلاصه تر کردن آرایش های الکترونی، به جای لایه های الکترونی پرشده نماد شیمیایی گاز نجیب با همان تعداد الکترون را درون یک کروشه قرار می دهند.

	آرایش الکترونی		آرایش الکترونی
۱H	$1s^1$	۱۹K	[Ar] $4s^1$
۲He	$1s^2$	۲۰Ca	[Ar] $4s^2$
۳Li	[He] $2s^1$	۲۱Sc	[Ar] $3d^1$ $4s^2$
۴Be	[He] $2s^2$	۲۲Ti	[Ar] $3d^2$ $4s^2$
۵B	[He] $2s^2$ $2p^1$	۲۳V	[Ar] $3d^3$ $4s^2$
۶C	[He] $2s^2$ $2p^2$	۲۴Cr	[Ar] $3d^4$ $4s^2$ ⇒ [Ar] $3d^5$ $4s^1$
۷N	[He] $2s^2$ $2p^3$	۲۵Mn	[Ar] $3d^5$ $4s^2$
۸O	[He] $2s^2$ $2p^4$	۲۶Fe	[Ar] $3d^6$ $4s^2$
۹F	[He] $2s^2$ $2p^5$	۲۷Co	[[Ar] $3d^7$ $4s^2$
۱۰Ne	[He] $2s^2$ $2p^6$	۲۸Ni	[Ar] $3d^8$ $4s^2$
۱۱Na	[Ne] $3s^1$	۲۹Cu	[Ar] $3d^9$ $4s^2$ ⇒ [Ar] $3d^{10}$ $4s^1$
۱۲Mg	[Ne] $3s^2$	۳۰Zn	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$
۱۳Al	[Ne] $3s^2$ $3p^1$	۳۱Ga	[Ar] $4s^2$ $3d^{10}$ $4p^1$ ⇒ [Ar] $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^1$
۱۴Si	[Ne] $3s^2$ $3p^2$	۳۲Ge	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^2$
۱۵P	[Ne] $3s^2$ $3p^3$	۳۳As	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^3$
۱۶S	[Ne] $3s^2$ $3p^4$	۳۴Se	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^4$
۱۷Cl	[Ne] $3s^2$ $3p^5$	۳۵Br	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^5$
۱۸Ar	[Ne] $3s^2$ $3p^6$	۳۶Kr	[Ar] $3d^{10}$ $4s^2$ $4p^6$

Sanatisharif.ir

مجری طرح توسعه عدالت آموزشی
www.sanatisharif.ir