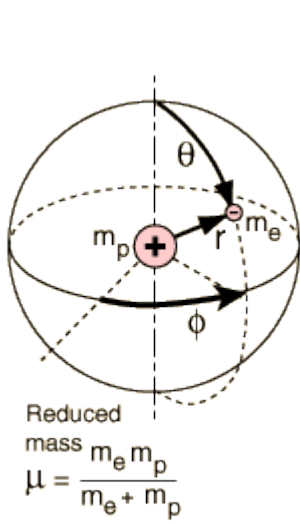


أعداد الكم الرئيسية من معادلات الهيدروجين

Quantum Numbers from Hydrogen Equations

المعادلات الجزئية لذرة الهيدروجين أعطت حلول تخضع لشروط حسابات شرودنجر constraints on the wavefunction. هذا الجزء القطري يكون فقط ذو قيمة ثابتة عندما يخضع الى حلول تكاملية وهذا بدوره يعطي أعداد الكم الرئيسية.



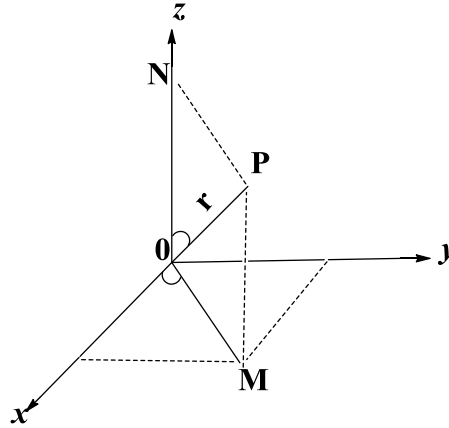
$$R(r) \xrightarrow{\text{Solution exists if and only if ...}} n = 1, 2, 3 \dots$$

Similarly, a constant arises in the [colatitude equation](#) which gives the [orbital quantum number](#):

$$P(\theta) \xrightarrow{\text{Solution exists if and only if ...}} \ell = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1$$

Finally, constraints on the [azimuthal equation](#) give what is called the [magnetic quantum number](#):

$$F(\phi) \xrightarrow{\text{Solution exists if and only if ...}} m_\ell = -\ell, -\ell+1, \dots, +\ell$$



r = المسافة بين الالكترن والبروتون

$\theta = z$ الزاوية التي يصنعها نصف القطر مع المحور

$\phi = xy$ الزاوية التي يصنعها مسقط نصف القطر على المستوي مع المحور

$$\text{Potential energy} = - \frac{e^2}{r}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$r = 0 \rightarrow \infty ; \theta = 0 \rightarrow \pi ; \phi = 0 \rightarrow 2\pi$$

$$z = r \cos \theta; \quad x = r \sin \theta \cos \phi; \quad y = r \sin \theta \sin \phi \square$$

$R_{nl}(r)^2$ = gives the probability of finding the electron any distance r from the nucleus. The two quantum numbers n and l are associated with the radial part of the wave function .

ويعرف على انه نصف **principal quantum number** العدد الكمي الرئيسي n يسمى تكون حقيقية فقط عندما تكون القيم ψ_{nlm_l} ; القطر الذي يتواجد فيه الألكترون والدالة $n=1,2,3,\dots$ أعداد صحيحة. \square

يسمى l العدد الكمي الثانوي أو الزيمائي **A zimuthal quantum number** or **A secondary quantum number** والذي يميز الزخم الزاوي للألكترون (شكل الكثافة الألكترونية في أي أوربتال) والدالة ψ_{nlm_l} ; يمكن ان تكون حقيقية لـ ($l = 0,1, 2,3 , \dots$ to $n-1$) والجزء الزاوي لدالة الموجة هي: $\phi_{lm_l}(\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r})$ حيث ml و l تتوافق مع الجزء الزاوي لدالة الموجة.

الأوربتالات Orbitals

القيم الحقيقية لدالة الموجية للهيدروجين ψ_{nlm_l} eigenfunctions يطلق عليها بشكل عام الأوربتالات. وتصنف أوربتالات الهيدروجين حسب توزيعها الزاوي أو قيم l

- $l=0$ is an **s** orbital (s= sharp)
- $l=1$ is an **p** orbital (p= principle)
- $l=2$ is an **d** orbital (d= diffuse)
- $l=3$ is an **f** orbital (f= fundamental)
- $l=4$ is an **g** orbital
- $l=5$ is an **h** orbital

العدد الكمي المغناطيسي **magnetic quantum number** لأوربتالات (p, d, f, ...etc) m_l

يمكن ان تكون حقيقي للقيم ψ_{nlm_l} ($m_l = +l, l-1, l-2, \dots$ to $-l$);

العدد الكمي **spin quantum number** للألكترون ذو البرم الى الأعلى " UP " (+1/2) m_s البرمي

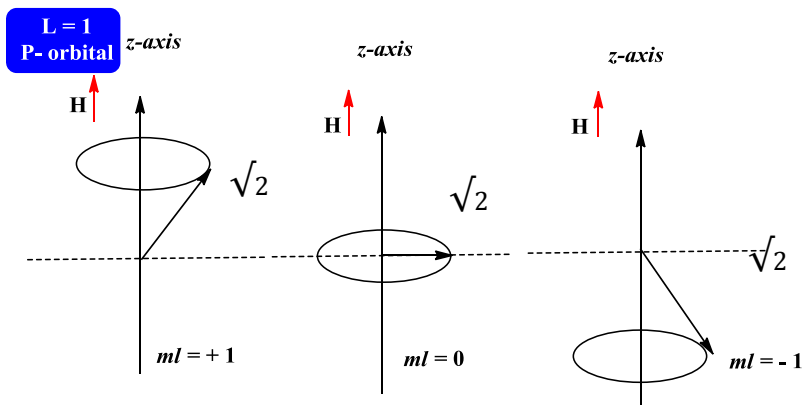
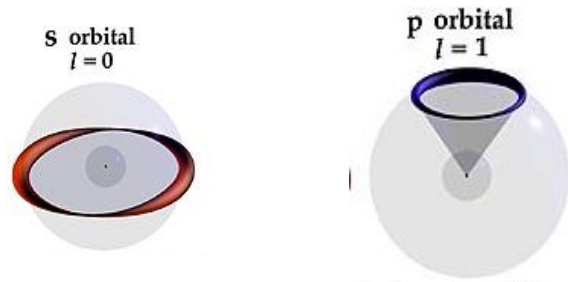
لألكترون ذو البرم الى الأسفل " DOWN " (-1/2)

$$\text{Angular momentum} = \sqrt{l(l+1)} \frac{h}{2\pi}$$

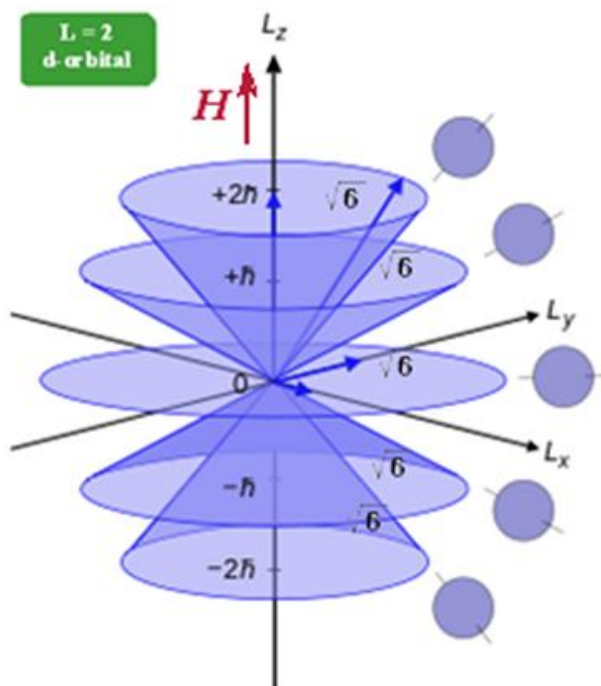
$$\text{When } l=1 \longrightarrow \text{Angular momentum} = \sqrt{2} \frac{h}{2\pi} \quad m_l = +1, 0, -1$$

$$l=2 \longrightarrow \text{Angular momentum} = \sqrt{6} \frac{h}{2\pi} \quad m_l = +2, +1, 0, -1, -2$$

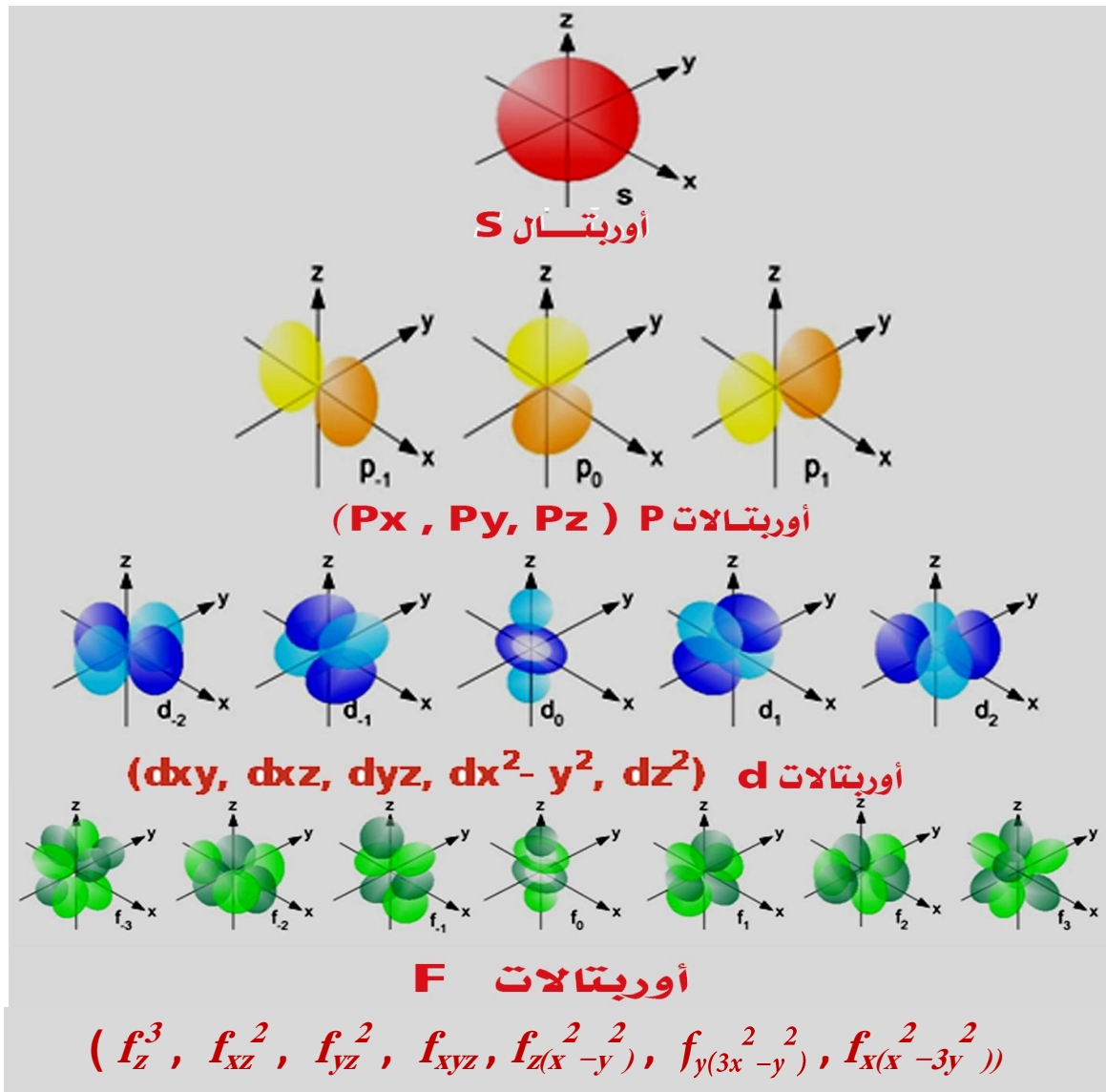
Angular momentum = angular velocity x moment of inertia



شكل (١٧-١) اتجاهات أوربتال P لتكوين الأغلفة الثانوية □



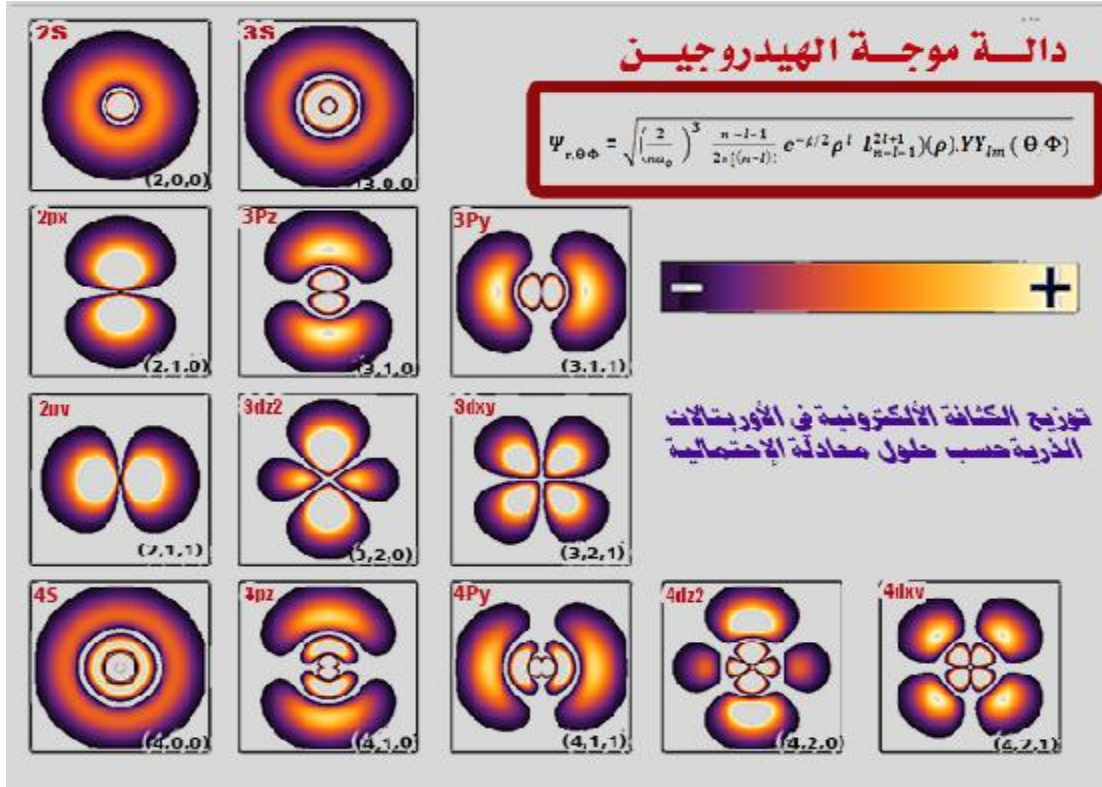
شكل (١٨-١) اتجاهات أوربتال d لتكوين الأغلفة الثانوية □



شکل (۱- ۱۹) الأشكال الفراغية لأوربتالات S, P, d and F

□ جدول (١-٢) الدالة القطرية والدالة الزاوية للأوربتالات الذرية

Orbital quantum numbers			Orbital designation	Radial function $R_{nl}(r)$	Angular function $\phi_{lm_l}(\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r})$
n	l	m_l			
1	0	0	1s	$2e^{-r}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
2	0	0	2s	$\frac{1}{2\sqrt{2}}(r-2)2e^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
2	1	1	2p _x	$\frac{1}{2\sqrt{6}}re^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{(x/r)\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}}$
2	1	0	2p _z	$\frac{1}{2\sqrt{6}}re^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{(z/r)\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}}$
2	1	-1	2p _y	$\frac{1}{2\sqrt{6}}re^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{(y/r)\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}}$
3	0	0	3s	$\frac{2}{81\sqrt{3}}(27-18r+2r^2)e^{-r/3}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
3	1	1	3p _x	$-\frac{4}{81\sqrt{6}}(r^2-6r)e^{-r/3}$	$\frac{(x/r)\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}}$
3	1	0	3p _z	$-\frac{4}{81\sqrt{6}}(r^2-6r)e^{-r/3}$	$\frac{(z/r)\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}}$
3	1	-1	3p _y	$-\frac{4}{81\sqrt{6}}(r^2-6r)e^{-r/3}$	$\frac{(y/r)\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}}$
3	2	2	3d _{x²-y²}	$-\frac{4}{81\sqrt{30}}(r^2)e^{-r/3}$	$\frac{(x^2-y^2)\sqrt{15/r^2}}{4\sqrt{\pi}}$
3	2	1	3d _{xz}	$-\frac{4}{81\sqrt{30}}(r^2)e^{-r/3}$	$\frac{\sqrt{30}(\frac{xz}{r^2})}{2\sqrt{2\pi}}$
3	2	0	3d _{z²}	$-\frac{4}{81\sqrt{30}}(r^2)e^{-r/3}$	$\frac{(3z^2-r^2)\sqrt{15/r^2}}{4\sqrt{\pi}}$
3	2	-1	3d _{yz}	$-\frac{4}{81\sqrt{30}}(r^2)e^{-r/3}$	$\frac{\sqrt{30}(\frac{yz}{r^2})}{2\sqrt{2\pi}}$
3	2	-2	3d _{xy}	$-\frac{4}{81\sqrt{30}}(r^2)e^{-r/3}$	$\frac{\sqrt{15}(\frac{xy}{r^2})}{2\sqrt{\pi}}$



شكل (١-٢٠) توزيع الكثافة الإلكترونية في الأوربتالات الذرية حسب حلول معادلة الإحصائية

دعنا نلاحظ الدالة الموجية لأوربتال 1s من الجدول أعلاه لقيم الجزء القطري $R_{nl}(r)$ والجزء

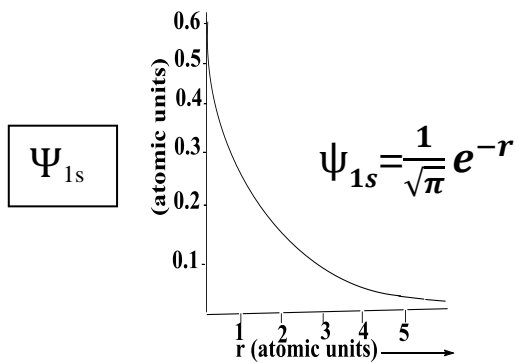
الزاوي $Y(\theta, \phi)$ نستخرج أولاً دالة الموجة ψ_{1s}

$$\psi_{1s} = R_{nl}(r) Y(\theta, \phi)$$

$$\psi_{1s} = 2e^{-r} \frac{1}{2\sqrt{\pi}} = \frac{2e^{-r}}{2\sqrt{\pi}} = \frac{e^{-r}}{\sqrt{\pi}}$$

وهكذا نجد ان أوربتال لا يعتمد على الزاوية (θ, ϕ) ويعتمد على الجزء القطري فقط (r) أما الاحتمالية لتواجد الإلكترون وكما يلي:

$$\text{The probability} = \psi_{1s}^2 = \frac{1}{\pi} e^{-2r}$$



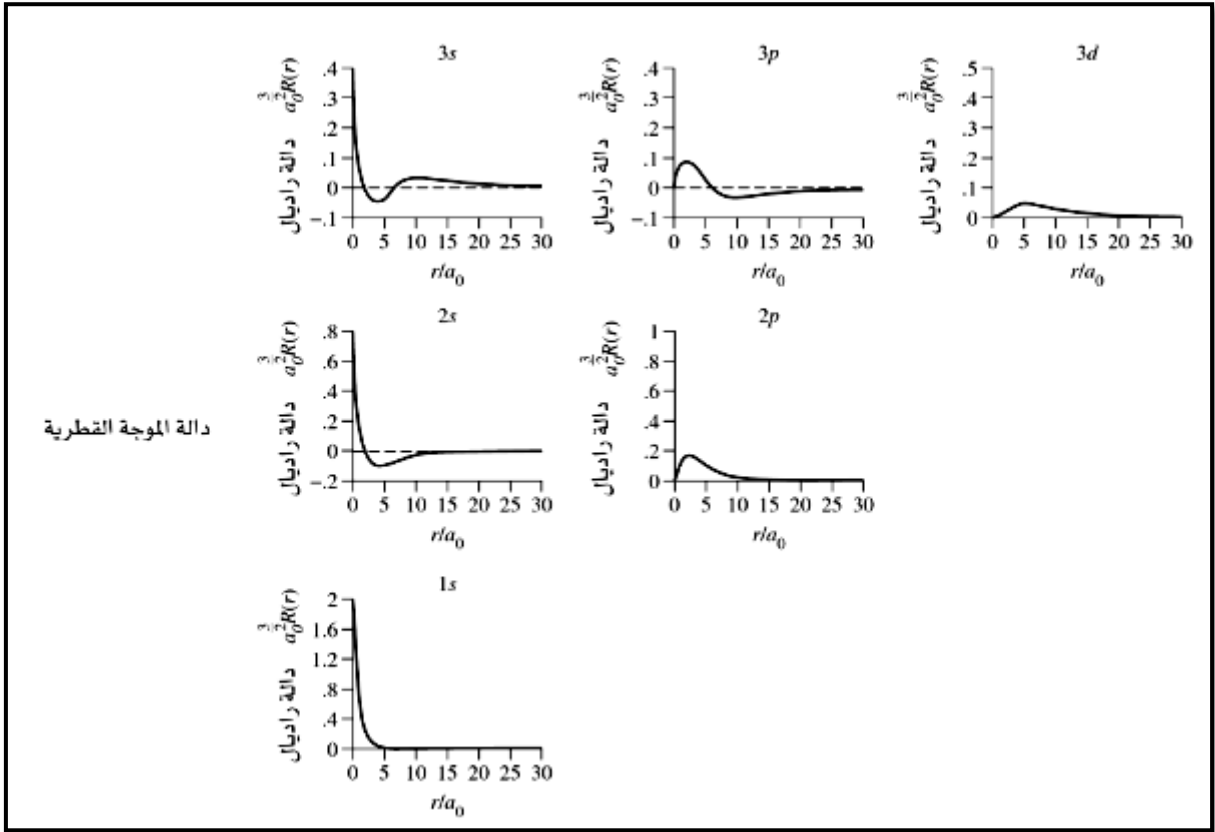
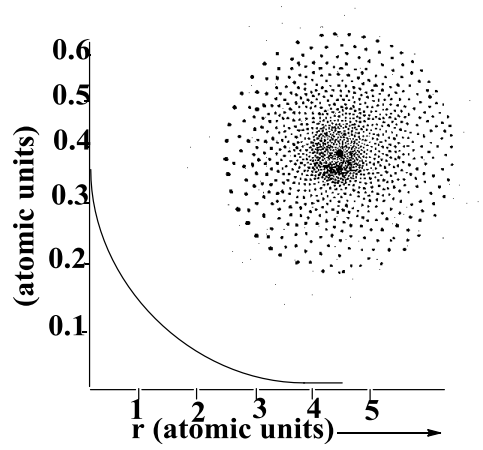
- الاحتمالية أكبر ما يمكن قرب النواة
- ثم تنخفض كلما زاد نصف القطر
- وابتعدنا عن النواة لاحظ الشكل أعلاه

-
-
-
-
-

$$\psi_{1s}^2 = \frac{1}{\pi} e^{-2r}$$

شكل (١-٢١) توزيع الكثافة الألكترونية في الأوربتال 1s

$$\psi_{1s}^2$$



شكل (١-٢٢) توزيع الكثافة الألكترونية في الأوربتالات الذرية والدوال القطرية

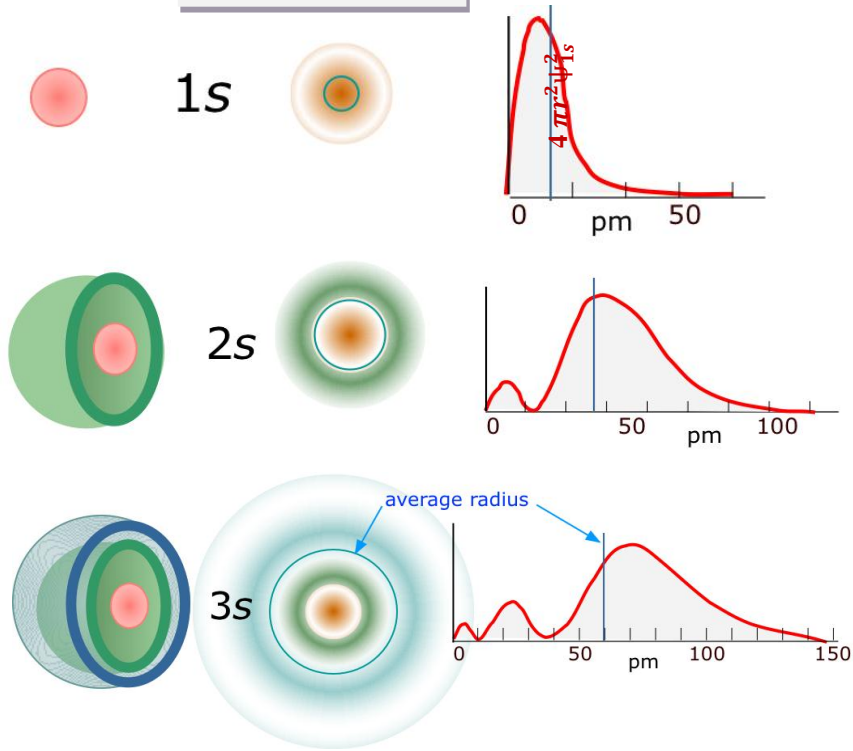
ان احتمالية تواجد الألكترون في داخل كرة وعلى بعد r ابتداءً من النواة يمكن استخراجها وفق المعادلة

$$P(r) = r^2 R^2 = 4 \pi r^2 \psi_{1s}^2$$

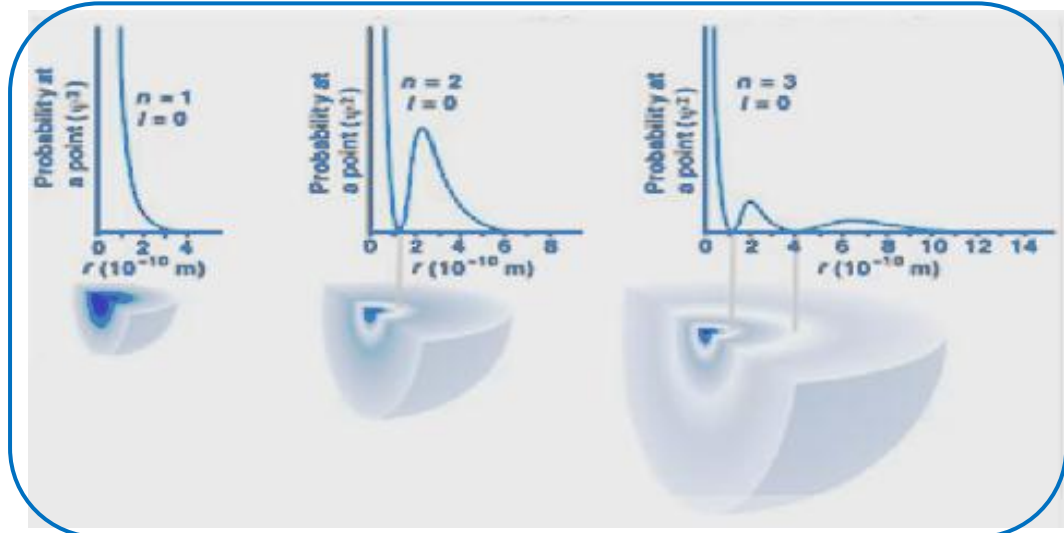
ويمكن اخذ مقطع كروي صغير وضرب الاحتمالية بمساحة السطح

الكروي وبهذا تصبح القيمة صفر عندما يكون (r) قرب النواة

سطح كروي سمكه dr



شكل (١-٢٣) توزيع الكثافة الإلكترونية القطرية في اوربتالات S



شكل (١-٢٤) الإحتمالية للتوزيع الإلكتروني في اوربتالات S

Ψ^2

مثال (١-١٦) / ماذا تعني الشحنة السالبة والشحنة الموجبة في أوربتال p ؟
الجواب / الشحنة السالبة تعني ان حلول المعادلة للدالة الموجية في جزئها القطري والزواي نتيجتها سالبة
 كما ان الجزء الموجب يعني النتيجة موجبة وكما مبين بالتالي:
 الزاوية بين ($0 < 90^\circ$) النتيجة موجبة والزاوية 90° تصبح صفر بينما الزاوية ($90 <$)
 180° تصبح القيم سالبة.

مثال لأوربتال $2p$ $\cos(100^\circ) = -0.1736$; $\cos(10^\circ) = +0.9848$

2p

$l=1$; $m_l=0$

$$\psi_{2p} = \frac{1}{2\sqrt{6}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \frac{\sqrt{3}(\cos\theta)}{\sqrt{\pi}}$$

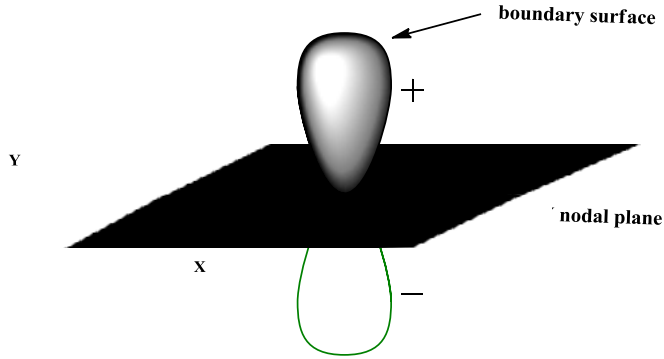
$$\psi_{2p} = \frac{1}{2\sqrt{3}\sqrt{2}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \frac{\sqrt{3}(\cos\theta)}{\sqrt{\pi}}$$

$$\psi_{2p} = \frac{1}{4\sqrt{2}\pi} r (\cos\theta) e^{-\frac{r}{2a_0}}$$

When $\cos 90^\circ = 0$ [at xy plane] we have a **nodal plane**

$$\psi_{2p} = 0$$

$$P(r) = [\psi_{2pz}]^2 = \frac{r^2 \cos^2 \theta e^{-r}}{32\pi}$$



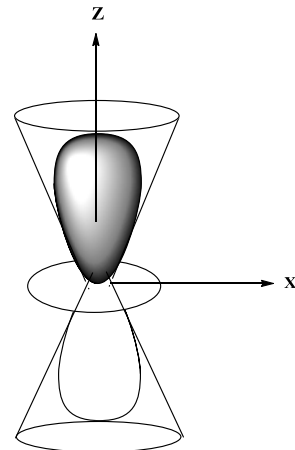
مثال (١-١٧) / ماذا تتوقع لأوربتال $3dz^2$ ؟
الجواب /

$$Y_{320} = \frac{\sqrt{5(3\cos^2\theta - 1)}}{4\sqrt{\pi}}$$

$$3\cos^2\theta - 1 = 0 \quad \cos^2\theta - 1 = \frac{1}{3}$$

Conversion to angles

$$\theta = 54.7365 \text{ or } -54.7365$$



الدراسات النظرية للذرات متعددة الألكترونات الألكترونات

استخدمت أوربتالات الهيدروجين لوصف الترتيب الألكتروني للذرات الحاوية على عدد أكبر من الألكترونات ، كل الكترون يمتلك مجموعة خاصة به من أعداد الكم الأربعة n, l, m_l, m_s وتكون قيمة S دائماً $1/2$ مع تذكر إن قاعدة باولي للإستبعاد *Pauli principle* تنص على أنه (لا يمكن لإلكتروين أن يمتلكان نفس الأعداد الكمية الأربعة) يجب أن تملأ أوربتالات الهيدروجين حسب قاعدة الأوف باو *aufbau* أو ما يسمى بقاعدة البناء الألكتروني *building up*

- ١- يطلق على الأوربتالات s, p, d, f بالأغلفة الثانوية *subshells* .
- ٢- مجموعة الأغلفة الثانوية لأي قيمة لـ n يطلق عليها الغلاف *shell* .
- ٣- ان الأكثر أهمية في البناء الألكتروني للذرات متعددة الألكترونات هو الترتيب الألكتروني للحالة المستقرة.
- ٤- تملأ الأوربتالات وفقاً لطاقة الأوربتالوكما يلي:

$(1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f \sim 6d)$.

جدول (١-٣) الأعداد الكمية الأربعة للأوربتالات الذرية المختلفة

<i>Type of orbital</i>	<i>Orbital quantum number</i>	<i>Total orbitals in set</i>	<i>Total number of electrons that can be accommodated</i>
<i>S</i>	$l=0; m_l=0$	1	2
<i>p</i>	$l=1; m_l=1, 0, -1$	3	6
<i>d</i>	$l=2; m_l=2, 1, 0, -1, -2$	5	10
<i>f</i>	$l=3; m_l=3, 2, 1, 0, -1, -2, -3$	7	14

جدول (١-٤) الأعداد الكمية الثانوية للأوربتالات الذرية المختلفة

المدار	n	l	m_l	ψ	Type oforbital نوع الاوربتال
K	1	0	0	Ψ_{10}	1s
L	2	0	0	Ψ_{20}	2s
		1	+1,0,-1	Ψ_{21}	2p
M	3	0	0	Ψ_{30}	3s
		1	+1,0,-1	Ψ_{31}	3p
		2	+2,+1,0,-1,-2	Ψ_{32}	3d
N	4	0	0	Ψ_{40}	4s
		1	+1,0,-1	Ψ_{41}	4p
		2	+2,+1,0,-1,-2	Ψ_{42}	4d
		3	+3,+2,+1,0,-1,-2,-3	Ψ_{43}	4f

مثال (١-١٨) / ماهي القيم المحتملة لأعداد الكم الأربعة لألكترون في الغلاف الرابع؟
الجواب :

$l=0$	$m_l=0$	$m_s = +1/2, -1/2$	4s
$l=1$	$m_l=+1,0,-1$	$m_s = +1/2, -1/2$	4p
$l=2$	$m_l=+2,+1,0,-1,-2$	$m_s = +1/2, -1/2$	4d
$l=3$	$m_l=+3,+2,+1,0,-1,-2,-3$	$m_s = +1/2, -1/2$	4f

مثال (١-١٩) / ماهي العدد الكلي للقيم المحتملة لأعداد الكم الأربعة لألكترون في الغلاف الرابع؟
الجواب :

$n=4$	$l=0$	$m_l=0$	$m_s = +1/2, -1/2$	4s	$2 \times 1 = 2$
$n=4$	$l=1$	$m_l=+1,0,-1$	$m_s = +1/2, -1/2$	4p	$2 \times 3 = 6$
$n=4$	$l=2$	$m_l=+2,+1,0,-1,-2$	$m_s = +1/2, -1/2$	4d	$2 \times 5 = 10$
$n=4$	$l=3$	$m_l=+3,+2,+1,0,-1,-2,-3$	$m_s = +1/2, -1/2$	4f	$2 \times 7 = 14$
Sum					=32sets

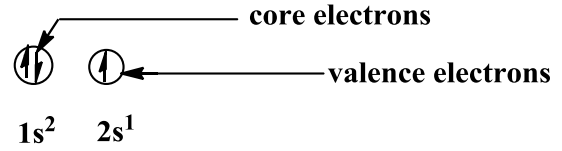
وهكذا فللهليوم الكترونين يشغلان أوربتال 1s ولكن البرم لهما يكون متعاكس (أحدهما الى الأعلى والآخر الى الأسفل).

◆ الكتلونات اللب Core electrons وهي الكتلونات الغاز الخامل Noble gas electrons وهذا يعني انها توضع لترتيب الألكترون للغاز الخامل.

He(2) Ne(10) Ar(18) Kr(36) Xe(54) Rn(86)

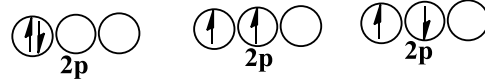
◆ الكتلونات التكافؤ Valance electrons وتشمل كل الألكترونات التي تزيد عن الكتلونات اللب (فقط الزيادة)

Li (Z=3)



For carbon atom (Z=6)

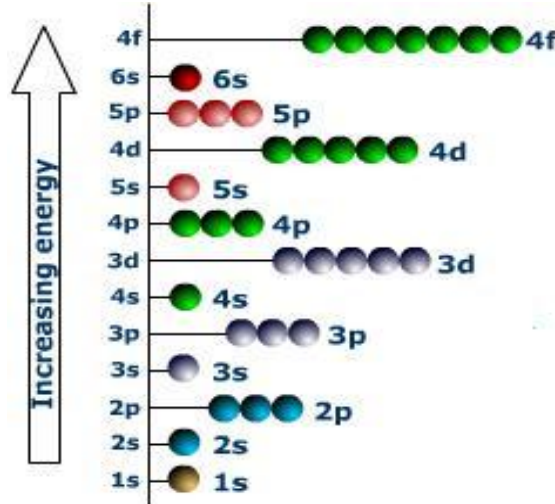
$1s^2 2s^2 2p^2$



جميع هذه الأوربتالات بنفس الطاقة والترتيب أعلاه ينطبق على قاعدة باولي للإستبعاد لذا فالترتيب الألكتروني للحالة المستقرة للكربون ممكن إختيارها من بين الحالات الثلاثة أعلاه. أما قاعدة هوند فتتنص على إنه (لأي ذرة في الترتيب الألكتروني لحالتها المستقرة تكون الألكتروونات المفردة بنفس اليرم) أي ان الألكتروونات تملء بصورة مفردة ويهرم واحد الا إذا اضطرت للإزدواج.

Hund's Rule " Foran atom in its ground-state configuration, all unpaired electrons have the same spin orientation "

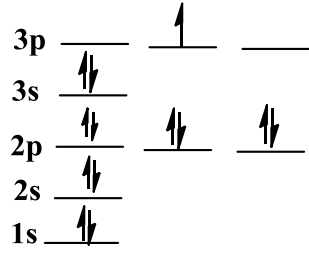
وكما اسلفنا يتم الملء حسب ازدياد الطاقة (من الأوطاء إلى الأعلى طاقة) وحسب قاعدة الأوف باو **Aufbau principle**



1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d

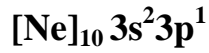
شكل (١-٢٥) الأعداد الكمية الثانوية للأوربتالات الذرية المختلفة

مثال (١-٢٥) / استنادا الى قاعدة الملء الألكتروني aufbau principle إرسم مخطط الطاقة للحالة المستقرة للألمنيوم ثم استخرج الأعداد الكمية الأربعة للألكترون الأعلى طاقة.



□ هناك ملاحظتين مهمتين:

- ١- إن الألكترون الأخير وضع في اوربيتال ثلاثي الإنحلائية (يعوي ثلاثة اوربيتالات ثانوية بنفس الطاقة) لذا فبالإمكان ان يشغل أي منها ووضعه في الأوربيتال الأوسط صحيح.
- ٢- ممكن أن يكون برم الألكترون الأخير الى الأعلى أو الى الأسفل لأن القاعدة تنص على ان الألكترونات المفردة تتخذ بنفس البرم ثم تزدوج اذا اضطرت للإزدواج. أما من ناحية الترتيب المختصر shorthand configuration فهو :



أما الأعداد الكمية الأربعة للألكترون الأعلى طاقة. (3p)

$n=3$; $l=1$; $m_l=(+1, 0, -1)$; m_s **could be** $+1/2$ or $-1/2$

جدول (١-٥) الترتيب الألكتروني لجميع العناصر في الجدول الدوري

Period 4			Period 5			Period 6			Period 7		
Element	Z	Electron Configuration	Element	Z	Electron Configuration	Element	Z	Electron Configuration	Element	Z	Electron Configuration
Scandium	21	[Ar] 4s ² 3d ¹	Yttrium	39	[Kr] 5s ² 4d ¹	Lanthanum	57	[Xe] 6s ² 5d ¹	Actinium	89	[Rn] 7s ² 6d ¹
Titanium	22	[Ar] 4s ² 3d ²	Zirconium	40	[Kr] 5s ² 4d ²	Cerium	58	[Xe] 6s ² 4f ¹ 5d ¹	Thorium	90	[Rn] 7s ² 6d ²
Vanadium	23	[Ar] 4s ² 3d ³	Niobium	41	[Kr] 5s ¹ 4d ⁴	Praseodymium	59	[Xe] 6s ² 4f ³	Protactinium	91	[Rn] 7s ² 5f ² 6d ¹
Chromium	24	[Ar] 4s ¹ 3d ⁵	Molybdenum	42	[Kr] 5s ¹ 4d ⁵	Neodymium	60	[Xe] 6s ² 4f ⁴	Uranium	92	[Rn] 7s ² 5f ³ 6d ¹
Manganese	25	[Ar] 4s ² 3d ⁵	Technetium	43	[Kr] 5s ² 4d ⁵	Promethium	61	[Xe] 6s ² 4f ⁵	Neptunium	93	[Rn] 7s ² 5f ⁴ 6d ¹
Iron	26	[Ar] 4s ² 3d ⁶	Ruthenium	44	[Kr] 5s ¹ 4d ⁷	Samarium	62	[Xe] 6s ² 4f ⁶	Plutonium	94	[Rn] 7s ² 5f ⁶
Cobalt	27	[Ar] 4s ² 3d ⁷	Rhodium	45	[Kr] 5s ¹ 4d ⁸	Europium	63	[Xe] 6s ² 4f ⁷	Americium	95	[Rn] 7s ² 5f ⁷
Nickel	28	[Ar] 4s ² 3d ⁸ or [Ar] 4s ¹ 3d ⁹ (disputed) ^[22]	Palladium	46	[Kr] 4d ¹⁰	Gadolinium	64	[Xe] 6s ² 4f ⁷ 5d ¹	Curium	96	[Rn] 7s ² 5f ⁷ 6d ¹
Copper	29	[Ar] 4s ¹ 3d ¹⁰	Silver	47	[Kr] 5s ¹ 4d ¹⁰	Terbium	65	[Xe] 6s ² 4f ⁹	Berkelium	97	[Rn] 7s ² 5f ⁹
Zinc	30	[Ar] 4s ² 3d ¹⁰	Cadmium	48	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰	Lutetium	71	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹	Lawrencium	103	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 7p ¹
						Hafnium	72	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ²	Rutherfordium	104	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 6d ²
						Tantalum	73	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ³	Dubnium	105	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 6d ³
						Tungsten	74	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁴	Seaborgium	106	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁴
						Rhenium	75	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁵	Bohrium	107	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁵
						Osmium	76	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁶	Hassium	108	[Rn] 7s ² 5f ¹⁴ 6d ⁶
						Iridium	77	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ⁷			
						Platinum	78	[Xe] 6s ¹ 4f ¹⁴ 5d ⁹			
						Gold	79	[Xe] 6s ¹ 4f ¹⁴ 5d ¹⁰			
						Mercury	80	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰			

The electron-shell configuration of elements beyond hassium has not yet been empirically verified, but they are expected to follow Madelung's rule without exceptions until element

Ne (10 electrons)	[He] 2s ² 2p ⁶	[Ne]
Ar (18 electrons)	[Ne] 3s ² 3p ⁶	[Ar]
Kr (36 electrons)	[Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶	[Kr]
Xe (54 electrons)	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶	[Xe]
Rn (86 electrons)	[Xe] 6s ² 5d ¹⁰ 4f ¹⁴ 6p ⁶	[Rn]

مثال (١-٢١) / استنادا الى قاعدة الملء الألكتروني aufbau principle ، ماهو الترتيب الألكتروني للحالة المستقرة للبرموتث Z=83. استخراج الأعداد الكمية الأربعة للألكترون الأعلى طاقة.
 $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^3, 5p^6, 6p^3$

$\{1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6\} = [\text{Xe}]$

The short hand $[\text{Xe}] 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^3$

The final three electrons are placed in the three degenerate 6p orbitals,

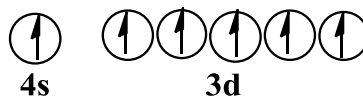
Electron no.	orbital designation	n	l	m _l	m _s
81	6p	6	1	+1	1/2
82	6p	6	1	0	1/2
83	6p	6	1	-1	1/2

مثال (١-٢٢) / استنادا الى قاعدة الملء الألكتروني aufbau principle ، ماهو الترتيب الألكتروني للحالة المستقرة لأيون الكروميوم الثلاثي الموجب Cr³⁺ Cr(Z=24) ، استخراج الأعداد الكمية الأربعة للألكترون الأعلى طاقة.

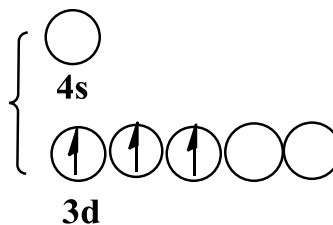
$\text{Cr}^{3+} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^0, 3d^3$

$\text{Cr}^{3+} = [\text{Ar}] 4s^0, 3d^3$

$\text{Cr} = [\text{Ar}] 4s^1 3d^5$



$\text{Cr}^{3+} = [\text{Ar}] 4s^0 3d^3$

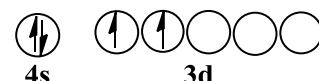


مثال (١-٨) أي الفصائل التالية بارامغناطيسي؟ F⁻¹ ، Zn²⁺ ، Ti⁺²

$\text{F}^{-1} = 1s^2, 2s^2, 2p^6$ (diamagnetic)

$\text{Zn}^{2+} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^0, 3d^{10}$ (diamagnetic)

$\text{Ti}^{+2} = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^0, 3d^2$ (paramagnetic)



جدول (٦-١) اهم الإستثناءات في الترتيب الألكتروني

Shell's orbital	Atomic No. effected	Example
4s, 3d	24, 29	Cr [Ar] 4s ¹ 3d ⁵
5s, 4d	41-47	Ru [Kr]5s ¹ 4d ⁷
6s, 5d, 4f	57, 58, 64, 78, 79	Au[Xe]6s ¹ 4f ¹⁴ 5d ¹⁰
6d,5f	89, 91-93, 96	U [Rn]7s ² 5f ³ 6d ¹