

اللاعضوية المرحلة الأولى

محاضره ٦- توزيع الكترونات ومستويات الطاقة للاورببتالات

كل مستوى طاقة ثانوي يحتوي على حد أقصى بالألكترونات بالأعتماد على عدد الكم الرئيسي. $\text{no. of electron} = 2n^2$

معرفة القواعد التالية:

- 1- قاعدة باولي 2- قاعدة هوند
- 1- قاعدة باولي (Pauli's Rule): لا يمكن لألكترونين في ذرة واحدة أن يكون لها نفس أعداد الكم الأربعة لذلك فإن الأوربيتال الواحد لا يمكن أن يشغل بأكثر من (2) حيث يكون عدد الكم البرم هو $(+1/2, -1/2)$ أي لها حركة مغزلية واحدة.

مبدأ باولي للاستثناء Pauli Exclusion Principle

ان وجود الالكترون في اوربیتال معين يمكن وصفه بذكر الاعداد الكمية الاربعة السالفة الذكر. وينص مبدأ باولي للاستثناء الى انه لا يمكن ان يكون لالكترونين في ذرة ما نفس الاعداد الكمية الاربعة. فإذا احتل الكترونان نفس المدار كما في ذرة الهيليوم، حيث يتواجد الكترونان في مدار 1s، فعلى الرغم من تشابههم في الاعداد الكمية الثلاثة الأولى، الا انهم يختلفان في قيمة m_s حيث يكون لاحدهما $m_s = +1/2$ وللآخر $m_s = -1/2$.

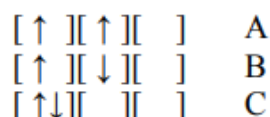
- 2- قاعدة هوند (Hunds Rule): تتوزع الألكترونات بشكل منفرد على الأوربيتالات الذرية المتساوية في الطاقة ولا يمكن ان تزدوج الا اذا اضطرت الى ذلك وأن جميع الألكترونات المنفردة تكون ذات حركة مغزلية متوازية.

P_x	P_y	P_z

$m\ell = +1 \quad 0 \quad -1$

قاعدة هوند لأقصى تعددية (Hund's Rule of Maximum Multiplicity)

تنص قاعدة هوند على ان الالكترونات عند اشغالها للمدارات المختلفة، تميل الى عدم الازدواج، اي تميل الى الابتعاد عن بعضها. ولكن عندما تمتلئ المدارات بالكترونات مفردة، فأنها تزدوج بالرغم من تنافرها وذلك لاختلاف اتجاه برمها حول نفسها مع اتجاه برمها حول النواة، حيث يتولد مجال مغناطيسي يقلل تنافرها مع بعضها. فلو اخذنا ذرة الكربون التي تحتوي على الكترونين في مدار 2p، فأن هنالك ثلاثة طرق لاشغال هذين الالكترونين للمدار وكمايلي:



أشرنا بسهم الى الاعلى ↑ للعدد الكمي المغزلي +1/2 ، وسهم الى الاسفل ↓ للعدد الكمي المغزلي -1/2. وطبقا لقاعدة هوند، فأن الشكل الاكثر استقرارا هو الذي تشغل فيه الالكترونات ذات البرم المتوازي في المدارات المختلفة وباقل تنافر بينها، وبذلك يكون بالطبع الشكل A له برم متوازي واقل تنافر.

المقصود بالتعددية multiplicity هو:

(a) عدد الألكترونات غير المزدوجة (u) زائد واحد.

$$\text{Multiplicity} = u+1$$

Where u= unpaired of electron.

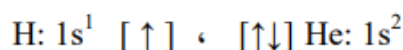
$$\text{Multiplicity} = 2S+1 \quad (\text{b أو:})$$

حيث Total spin =S أو البرم الكلي.

الترتيب الالكتروني للعناصر Electronic Configuration of Elements

ان الترتيب الالكتروني للذرات في حالة السكون يتم حسب زيادة العدد الذري، ويجب ان نأخذ بالاعتبار مبدأ باولي للاستثناء وقاعدة هوند وفي الجدول التالي الترتيب الالكتروني للعناصر.

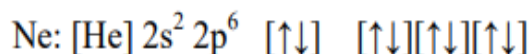
فلذرة الهيدروجين H في حالة السكون الكترون واحد ولذرة الهيليوم He الكترونان، لذلك فعدد الكم الرئيسي المتوفر هو n=1، حيث يدخل الكترون ذرة الهيدروجين والكترون ذرة الهيليوم في المدار 1s، لانه هو المدار الادنى طاقة. ويكون الترتيب الالكتروني لهما كالآتي:



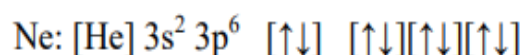
يلي ذلك عنصر الليثيوم Li والبريليوم Be، حيث يبدأ اشغال مدار 2s ويكون لهما الترتيب الالكتروني التالي:



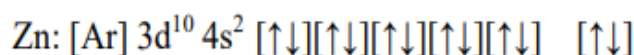
ان الالكترونات المرسومة داخل الاقواس (والتي تمثل المدارات) هي الكترونات التكافؤ وتسمى مداراتها مدارات التكافؤ ، وهي التي تكون مسؤولة عن الصفات الكيمياوية للمركبات. بعد ذلك يمتلئ مدار 2p من البورون B الى النيون Ne حيث يكون الترتيب الالكتروني للنيون كالآتي:



في هذه المرحلة يكون الغلاف الذي له $n=2$ قد امتلأ ، ويبدأ الان امتلاء مدارات 3s و 3p بدءا من الصوديوم Na الى الاركون Ar ، لذلك يكون الترتيب الالكتروني للاركون كالآتي:

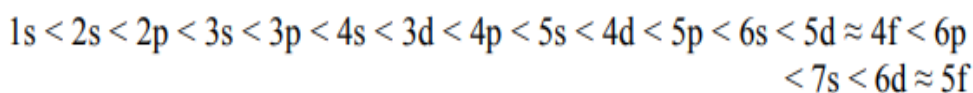


بدءا من البوتاسيوم K فإن الالكترونات تدخل في المدار 4s ويكون الترتيب الالكتروني للكالسيوم Ca الذي يأتي بعد البوتاسيوم كالآتي: $[\text{Ar}] 4s^2 \uparrow\downarrow$. ومن السكنديوم Sc الى الزنك Zn يمتلئ المدار 3d ويكون الترتيب الالكتروني للزنك كالآتي:

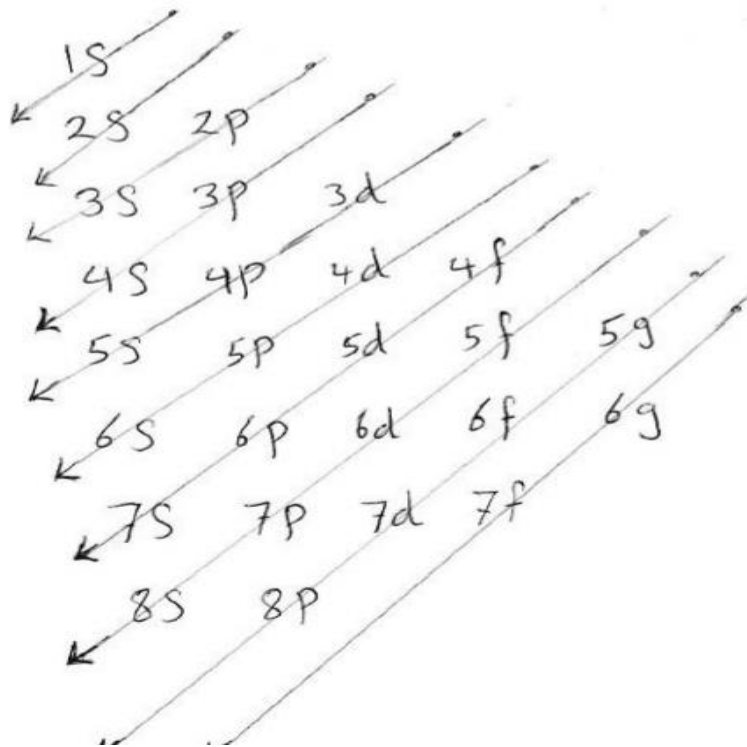


ان مدار 4s يمتلئ قبل 3d لان الاول اقل طاقة. ان الترتيب الالكتروني للكروم Cr هو في الحقيقة $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$ وليس $[\text{Ar}] 3d^4 4s^2$ وللنحاس Cu يكون الترتيب $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ وليس $[\text{Ar}] 3d^9 4s^2$. ان هذا الشذوذ يحدث بسبب ان الغلاف النصف ممتلئ او الممتلئ كليا له ثبات اضافي.

ان امتلاء المدارات يتم حسب السلسلة التالية والتي تسمى ترتيب اوفباو Aufbau order:



ويظهر على قاعدة ايجار الترتيب الالكتروني لعنصر
 تبعاً بأضافة بروتون الى نواة العنصر والالكترون خارج
 النواة اسم Aufbau وهي كلمة المانية تعني البناء.
 ويمكن استيعاب المخطط الاتي لمعرفة الترتيب الالكتروني
 بالاوربيتالات من الادنى طاقة الى اعلى وهي الاعلى
 طاقة 7p (الترتيب اعلاه) باستيعاب الشكل الاتي



ك- يكون توزيع الالكترونات في اوربيتالات المستويات
 الناقوية حسب قاعدة $(n+l)$ كلما ازدادت هذه
 القيمة ازدادت طاقة الاوربيتال (طاقة الالكترون)
 وازدادت البعد عن النواة وكلما قلت هذه القيمة قلت
 طاقة الاوربيتال وازدادت قرب من النواة ويكون عدد
 الاوربيتالات بالالكترونات من الاقل طاقة (اقل
 قيمة $(n+l)$) الى الاعلى طاقة (اكثر قيمة $(n+l)$)
 مثلاً 3p , 3s

$$\begin{array}{ccc} & \downarrow & \downarrow \\ & n+l=3+1=4 & n+l=3+0=3 \end{array}$$

3s اوتاً طاقة (اقرب الى النواة)
 3p اعلى طاقة (ابعد عن النواة)

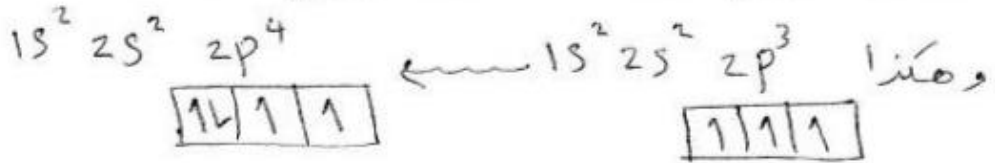
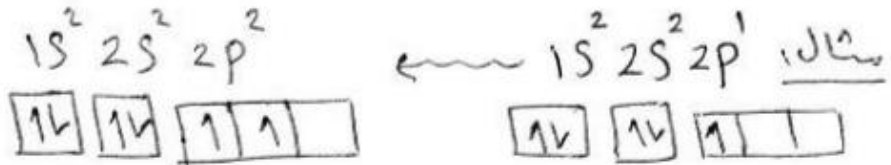
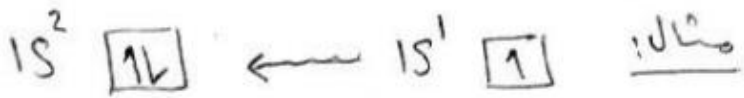
لذلك يشبع 3s بالالكترونات ثم 3p
 واذ تساوت قيمة $n+l$ للاوربيتالين او اكثر فاعلم
 طاقة مثاله اقل n

مثال: $4s$ ← $3p$

$$n+l=4+0=4 \quad n+l=3+1=4$$

$4 = n$ أكبر
 $3 = n$ أقل
 $3p$ أقل طاقة (أقرب إلى النواة)
 $4s$ أعلى طاقة (أبعد عن النواة)

لذلك يكون الترتيب الإلكتروني لأي عنصر حسب تسلسل الأيونية من الأضيق طاقة إلى الأعلى طاقة.



جدول يوضح الترتيب الالكتروني للعناصر

Z	العنصر	الترتيب الالكتروني	Z	العنصر	الترتيب الالكتروني
1	H	1s ¹	27	Co	[Ar] 3d ⁷ 4s ²
2	He	1s ²	28	Ni	[Ar] 3d ⁸ 4s ²
3	Li	[He] 2s ¹	29	Cu	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹
4	Be	[He] 2s ²	30	Zn	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ²
5	B	[He] 2s ² 2p ¹	31	Ga	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹
6	C	[He] 2s ² 2p ²	32	Ge	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ²
7	N	[He] 2s ² 2p ³	33	As	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³
8	O	[He] 2s ² 2p ⁴	34	Se	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴
9	F	[He] 2s ² 2p ⁵	35	Br	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵
10	Ne	[He] 2s ² 2p ⁶	36	Kr	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶
11	Na	[Ne] 3s ¹	37	Rb	[Kr] 5s ¹
12	Mg	[Ne] 3s ²	38	Sr	[Kr] 5s ²
13	Al	[Ne] 3s ² 3p ¹	39	Y	[Kr] 4d ¹ 5s ²
14	Si	[Ne] 3s ² 3p ²	40	Zr	[Kr] 4d ² 5s ²
15	P	[Ne] 3s ² 3p ³	41	Nb	[Kr] 4d ³ 5s ²
16	S	[Ne] 3s ² 3p ⁴	42	Mo	[Kr] 4d ⁵ 5s ¹
17	Cl	[Ne] 3s ² 3p ⁵	43	Tc	[Kr] 4d ⁵ 5s ²
18	Ar	[Ne] 3s ² 3p ⁶	44	Ru	[Kr] 4d ⁷ 5s ¹
19	K	[Ar] 4s ¹	45	Rh	[Kr] 4d ⁸ 5s ¹
20	Ca	[Ar] 4s ²	46	Pd	[Kr] 4d ¹⁰
21	Sc	[Ar] 3d ¹ 4s ²	47	Ag	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ¹
22	Ti	[Ar] 3d ² 4s ²	48	Cd	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ²
23	V	[Ar] 3d ³ 4s ²	49	In	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹
24	Cr	[Ar] 3d ⁵ 4s ¹	50	Sn	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²
25	Mn	[Ar] 3d ⁵ 4s ²	51	Sb	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³
26	Fe	[Ar] 3d ⁶ 4s ²	52	Te	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴

أسئلة

س ١- جد اعداد الكم الاربعه للإلكترون الأخير للذرات

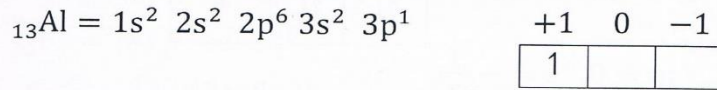
(و $5B, S^{-2}, Pt, Cr, Co, Al, H, He, Li, Be, 4$) •

س ٢- جد العدد الذري لعنصر اعداد الكم الاربعه للإلكترون الأخير

لعنصر	n	l	m	s
A	3	0	0	$2/1-$
B	٤	٢	٢-	$2/1-$
C	٣	٢	١-	$2/1+$

مثال (28) جد أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير لـ $_{13}Al$

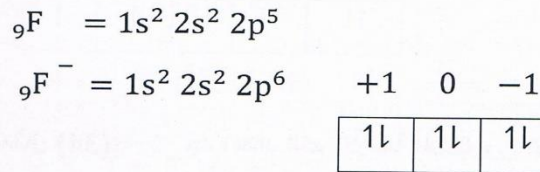
الحل:



$$n = 3, l = 1, m = +1, s = +\frac{1}{2}$$

مثال (29) جد أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير للأيون $_{9}F^{-}$

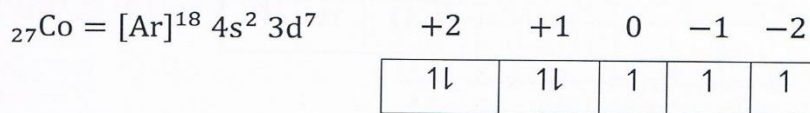
الحل: الإشارة السالبة تعني اكتساب الإلكترونات



$$n = 2, l = 1, m = -1, s = -\frac{1}{2}$$

مثال (30) جد أعداد الكم الأربعة للإلكترون الداخل الأخير لذرة $_{27}Co$

الحل:



$$n = 3, l = 2, m = +1, s = -\frac{1}{2}$$

مثال (41) إذا كانت أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير لذرة عنصر هي

$$n = 3, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$$

الحل: $3 = n$ ∴ الغلاف الرئيس الثالث

$$0 = l \quad \therefore \text{الغلاف الثانوي } s \text{ أي } 3s$$

$$0 = m \quad \therefore \text{الإلكترون في الأوربيتال } 3s$$

$$-\frac{1}{2} = s \quad \therefore \text{هو الإلكترون الداخل الثاني أي } 3s^2$$

∴ الغلاف الثانوي الأخير هو $3s^2$

لذلك نبدأ بكتابة الترتيب الإلكتروني من $1s^2$ حتى كتابة $3s^2$ وكالاتي:

$$1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3s^2$$

$$12 = 2 + 2 + 6 + 2 = \text{مجموع الإلكترونات}$$

∴ العدد الذري لذرة العنصر = 12 وهو Mg

مثال (42) جد العدد الذري لذرة عنصر قيم أعداد الكم الأربعة لإلكترونه الأخير هي

$$n = 4, l = 2, m = -2, s = -\frac{1}{2} \quad \text{كالاتي:}$$

الحل:

$$4 = n \quad \text{الغلاف الرئيس الرابع}$$

$$2 = l \quad \therefore \text{هو الغلاف } d \text{ وهو } 4d$$

$$-2 = m \quad \therefore \text{الإلكترون الأخير في الأوربيتال } (-2)$$

$$-\frac{1}{2} = s \quad \therefore \text{هو الداخل الثاني } \downarrow$$

+2	+1	0	-1	-2
1↓	1↓	1↓	1↓	1↓

∴ الغلاف هو $4d^{10}$ ولمعرفة العدد الذري نبدأ بكتابة الترتيب من $1s^2$ حتى كتابة

$4d^{10}$ وكالاتي:

$$1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3s^2 \quad 3p^6 \quad 4s^2 \quad 3d^{10} \quad 4p^6 \quad 5s^2 \quad 4d^{10}$$