الخواص الدورية للعناصر

الحجب : Shielding

من المتوقع ان تزداد الطاقة اللازمة لانتزاع الالكترون من الذرة (طاقة التاين) بازدياد العدد الذري وذلك نظرا للإشارة السالبة للطرف الأيمن في معادلة بور لحساب طاقة الالكترون

$$E = -2\pi^2 Z^2 e^4 m / n^2 h^2$$

ان طاقة الالكترون تعتمد على قيمة Z^2 / n^2

ولما كان معدل الزيادة في شحنة النواة (Z) اكبر من الزيادة في عدد الكم الرئيسي (n) فمن المتوقع ان تزداد الطاقة اللازمة لفصل الكترون من ذرة باستمرار بزيادة العدد الذري . ولكن الواقع غير ذلك كما يتضح من مقارنة طاقة التاين للهيدروجين (Z=1) والتي تساوي (١٣،٦الكترون فولت)مع طاقة تاين الليثيوم (Z=3) والتي تساوي (٥،٤الكترون فولت) هذا يعني ان الالكترون الخارجي لذرة الليثيوم لايقع تحت التاثير المباشر والكامل لشحنة نواة الليثيوم والتي تساوي (+٣) بل ان هذا الالكترون يحس Feels بشحنة نووية بين (+١،+٢) .

وذلك يفسر بان الكتروني الغلاف الأول في ذرة الليثيوم يحجبان شحنة النواة عن الكترون الغلاف الثاني ، فاذا كان الامر كذلك فمن المفروض ان تكون الشحنة الموجبة المؤثرة على الكترون المدار الثانوي هي (٣-٢=١) ولكن حيث ان هذا الالكترون ينتمي الى اوربتال من نوع (s) ولما كانت اوربتالات (s) ذات نفاذية penetrating اكثر من نفاذية الاوربتالات من نوع (d,p) فان يجعل الكترونات (s)

ا- تحس بشحنة نووية اكبر من تلك التي تحس بها الكترونات اوربتالات (d,p) والتي تنتمي الى نفس طبقة الكم

ب- تحجب شحنة النواة الموجبة عن الالكترونات الأخرى بدرجة اكبر .

يمكن حساب الشحنة المؤثرة للنواة (effective nuclear charge)(Z^*) والتي يحس بها الكترون ما من المعادلة

$$Z^* = Z - S$$

حيث (S) هو ثابت الحجب

ولغرض ان نفهم موضوعات عديدة لها علاقة بثابت الحجب مثل الحجم الذري ، السالبية الكهربائية ، طاقة التاين قام العالم سلتير (Slater) بوضع مجموعة من القواعد الأولية لتقدير مدى الحجب التقريبي للالكترونات .

يمكن تلخيص هذه القواعد كما يلي :-

ا- لحساب ثابت الحجب (S) لالكترون ما في المستوى الثانوي (ns,np) نتبع الخطوات التالية

١- يكتب الترتيب الالكتروني للعنصر من اليسار الى اليمين حسب الترتيب التالي

(1s) (2s 2p) (3s 3p) (3d) (4s 4p) (4d) (4f) (5s 5p) .....etal

٢- ان الالكترونات التي تنتمي الى اية مجموعة تقع على يمين المجموعة (ns np) (أي تقع في غلاف n+1) او اكثر لاتساهم في قيمة ثابت الحجب

٣- ان كل الكترون ينتمي الى نفس الغلاف الرئيسي (ns , np) يحجب الالكترون المراد حساب ثابت الحجب له بمقدار (0,35)

٤- كل الكترون ينتمي الى غلاف رئيسي (n-1) يحجب الالكترون المراد حساب ثابت الحجب له بمقدار (0,85)

٥- كل الكترون ينتمي الى غلاف رئيسي (n-2) او اقل يحجب الالكترون المراد حساب ثابت الحجب له حجبا كاملا أي الى مدى (1)

ب- لحساب ثابت الحجب لالكترون ما يقع في المستوي الثانوي (nd او nf) نستخدم القواعد السابقة فيما عدا القاعدتين (٤ و ٥) حيث تصبحان كما يأتي

٤- جميع الالكترونات في المجموعات الواقعة يسار المجموعة (nd او nf) تحجب الالكترون المراد حساب ثابت الحجب له بمقدار يساوي (١)

مثال ١ :-

احسب الشحنة المؤثرة للنواة التي يحس بها الكترون التكافؤ في ذرة الاوكسجين

$_8O$ $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

$(1s)^2\ (2s\ 2p)^6$

$S= (5\times0.35)+ (2x0.85) =3.45$

$Z^* = Z - S$

$Z^* =8 - 3.45 = 4.55$

مثال ٣:-

احسب الشحنة المؤثرة للنواة التي يحس بها الكترون التكافؤ(4s) في ذرة الخارصين

$_{30}Zn\ 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10} 4s^2 4p^0$

$(1s)^2\ (2s\ 2p)^8\ (3s\ 3p)^8\ (3d)^{10}\ (4s\ 4p)^2$

$S= (1\times0.35)+ (18x0.85) + (10 \times 1) =25.65$

$Z^* = Z - S$

$Z^* =30 - 25.65 = 4.35$

بعض الخواص الدورية للذرات

توجد علاقة بين دورية الخواص للعناصر وبين دورية الترتيب الالكتروني لذراتها، ومن هذه الخواص :

1- انصاف الأقطار الذرية والتساهمية والايونية.

2- طاقة التأين

3- الالفة الالكترونيـة

4-السالبية الكهربائية

5- التكافؤ

سنتناول كل خاصية من هذه الخواص بشيء من التفصيل.

بعض الخواص الدورية للذرات

1- انصاف الأقطار الذرية والتساهمية والايونية.

لما كانت عملية قياس نصف قطر الذرة (r) امراً مستحيلاً في ظل النظريات الحديثة، بسبب احتمال تواجد الالكترون على كل الابعاد المحتملة من النواة فقد لجأ العلماء الى قياس المسافات بين نوى الذرات في الجزيئات الغازية وكذلك المسافات بين نوى الايونات في البلورات الايونية واعتبار هذه المسافات مساوية لمجموع نصفي قطري الذرتين او الايونين المتجاورين.

أنواع انصاف الاقطار

يمكن تقسيم انصاف الأقطار بحسب المركبات الى نوعين رئيسيين هما:

انصاف الأقطار الآصرية و انصاف الأقطار غير الآصرية،

وانصاف الأقطار الآصرية تقسم الى:

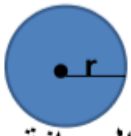
أ- انصاف الأقطار الذرية والتساهمية : وتكون اما انصاف اقطار فلزية كما في الفلزات والسبائك او انصاف اقطار تساهمية كما في المركبات التساهمية .

1. انصاف الأقطار الايونية (بلورية): كأنصاف الأقطار في المركبات الايونية.

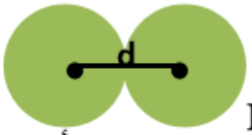
أما غير الآصرية : فهي تشمل على انصاف اقطار فندرفالز.

1-انصاف الأقطار الذرية والتساهمية
Atomic and Covalent Radii

يعرف نصف القطر الذري (نق r) Atomic Radius بأنه: المسافة المحصورة بين مركز النواة والغلاف الخارجي الأخير للذرة.



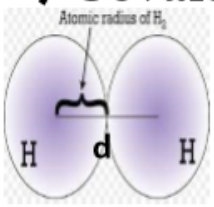
بينما يعرف النصف القطر الذري في الجزيئة بأنه: نصف المسافة بين نواتي ذرتين متجاورتين عندما يكون العنصر في الحالة الصلبة



Radius (r) =d/2

ويمكن تعيين نق radius الذرة بواسطة استخدام تقنية الأشعة السينية والطرائق الطيفية.

ويعرف نصف القطر الذري التساهمي Covalent Radius بأنه:



نصف المسافة بين نواتي ذرتين مرتبطتين في جزيء غازي.

.

Atomic Radius (r) =d/2

Azal S

س/ ماهي العلاقة بين نصف القطر الذري والعدد الذري للعنصر؟

يتم مناقشة هذا الموضوع من خلال ترتيب العناصر في الجدول الدوري:

1- العناصر المرتبة في دورة واحدة (ترتيب افقي للعناصر).

(يمكننا تمييز عناصر الدورة الواحدة من خلال تشابهها برقم الغلاف الرئيسي n للغلاف الالكتروني الأخير (غلاف التكافؤ)).

يقل نصف القطر الذري عبر الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري للعناصر (كلما اتجهنا من اليسار الى اليمين في الجدول الدوري في أي دورة من دورات الجدول الدوري)، وذلك بسبب الزيادة في قيمة z* مع بقاء قيمة n ثابتة.

مثال) لعناصر الدورة الأولى في الجدول الدوري نلاحظ من الجدول ادناه الزيادة الواضحة في قيمة z^* مع زيادة العدد الذري يقابلها النقصان في قيمة نصف القطر:

Element	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Atomic Nr.	3	4	5	6	7	8	9	10
Electron Configuration	$[He]2S^1$	$[He]2S^2$	$[He]2S^22P^1$	$[He]2S^22P^2$	$[He]2S^22P^3$	$[He]2S^22P^4$	$[He]2S^22P^5$	$[He]2S^22P^6$
z^*	1.3	1.95	2.6	3.25	3.9	4.55	5.2	5.85
Atomic Radii (r) A°	1.67	1.12	0.87	0.67	0.56	0.48	0.42	0.38

Azal S

2- العناصر المرتبة في زمرة (مجموعة) واحدة (ترتيب عمودي للعناصر).
(يمكننا تمييز عناصر الزمرة الواحدة من خلال تشابهها بعدد الالكترونات في غلافها الالكتروني الأخير (غلاف التكافؤ)).
يزداد نصف القطر الذري عبر الزمرة الواحدة بزيادة العدد الذري للعناصر (كلما اتجهنا من الاعلى الى الأسفل في الجدول الدوري في أي زمرة من زمر الجدول الدوري)، وذلك بسبب الزيادة الطفيفة في قيمة z^* نتيجة لعامل الحجب مع زيادة قيمة n بدرجة ملحوظة.

مثال) لعناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري نلاحظ من الجدول زيادة طفيفة لقيمة z^* مع زيادة العدد الذري يقابلها زيادة في قيمة نصف القطر:

Element	H	Li	Na	K	Rb	Cs
Atomic Nr.	1	3	11	19	37	55
Electron Configuration	$1S^1$	$[He]2S^1$	$[Ne]3S^1$	$[Ar]4S^1$	$[Kr]5S^1$	$[Xe]6S^1$
z^*	1.0	1.3	2.2	2.2	2.2	2.2
Atomic Radii (r) A°	0.53	1.67	1.90	2.43	2.65	2.98

Azal Shaker

2- انصاف الأقطار الأيونية Ionic Radii

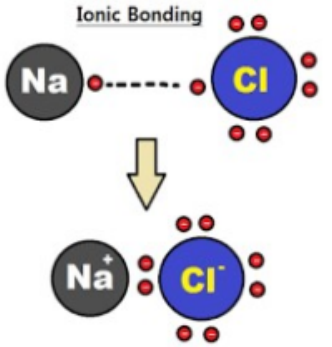
سؤال / ما هو نصف القطر الأيوني؟

يعرف نصف القطر الأيوني (نق r_o) بأنه: المسافة المحصورة بين نواتي أيونين احدهما موجب الشحنة والأخر سالب الشحنة في المركب الايوني.

وعليه سيكون نصف القطر الايوني على نوعين:

أ- نصف القطر للأيون الموجب (الكاتيون r^+) Cation Raadii

ب- نصف القطر للأيون السالب (الأنيون r^-) Anion Raadii



مثال لمركب ايوني: كلوريد الصوديوم

وهذا يعني ان قيمة النصف القطر الايوني هي مجموع نصفي قطري الايونين الموجب والسالب.

$$r_o = r^+ + r^-$$

Azal S

أ- نصف القطر للأيون الموجب (الكاتيون r^+)

ملاحظة: يتكون الايون الموجب M^+ نتيجة فقدان الذرة M للإلكترونات لتتحول من ذرة متعادلة غير مستقرة الى ايون موجب اكثر استقراراً.

عللي/ نصف القطر r^+ للايون الموجب M^+ لعنصر ما < نصف القطر r لذرته M؟

الجواب/ لان عدد الالكترونات e في الايون الموجب اقل من عدد البروتونات p^+ في النواة وهذا يؤدي الى ازدياد قوة جذب النواة للإلكترونات (لان قوة الجذب للنواة ستتوزع على عدد الكترونات اقل فبذلك تزداد).

كما انه يقل نصف قطر الايون الموجب بازدياد عدد الشحنات الموجبة على الايون أي انه يقل نصف القطر كلما زاد حالة التكافؤ للأيون الموجب، والسبب في ذلك هو ازدياد تأثير النواة على الكترونات الغلاف الخارجي مع نقصان عدد الالكترونات.

مثال ذلك/ نصف القطر لايون الكوبلت الثلاثي اقل من نصف القطر لايون الكوبلت الثنائي، والأخير هو اقل من ذرة الكوبلت $Co > Co^{+2} > Co^{+3}$

ب- نصف القطر للأيون السالب (الأنيون r^-)

ملاحظة: يتكون الايون السالب M^- نتيجة اكتساب الذرة M للإلكترونات لتتحول من ذرة متعادلة غير مستقرة الى ايون سالب اكثر استقراراً.

عللي/ نصف القطر r للايون السالب M^- لعنصر ما < نصف القطر r لذرته M؟

الجواب/ لان عدد الالكترونات e في الايون السالب اكبر من عدد البروتونات p^+ في النواة ، وهذا يؤدي الى قلت قوة جذب النواة للإلكترونات (لان قوة الجذب للنواة ستتوزع على عدد الكترونات اكبر فبذلك تقل).

كما انه يزداد نصف قطر الايون السالب بازدياد عدد الشحنات السالبة على الايون أي انه يزداد نصف القطر كلما زاد حالة التكافؤ للأيون السالب، والسبب في ذلك هو قلت تأثير شحنة النواة على الكترونات الغلاف الخارجي مع نقصان عدد الالكترونات.

مثال ذلك/ نصف القطر لايون الاوكسيد الثلاثي اكبر من نصف القطر لايون الأوكسيد الثنائي، والأخير هو اكبر من ذرة الأوكسجين $O < O^{-2} < O^{-3}$

ملاحظة : في الايونات ذات التوزيع الالكتروني المتشابه يقل نصف قطر الايون الموجب مع زيادة العدد الذري

$$Al_{13}^{+3} < Mg_{12}^{+2} < Na_{11}^{+1} < Ne_{10} < F_9^{-1} < O_3^{-2}$$

1- **Which of the given atoms has the largest atomic radius?**

O , B , N , Li , Ne

2- Which of the following would have the greatest atomic radius?

Chlorine , Flourine , Bromine , Iodine

3- Which element on the periodic table has?

largest atomic radius – Cesium .

Azal Shaker