الكيمياء اللاعضوية

Inorganic Chemistry

المحاضرة السابعة/ 2021-2020

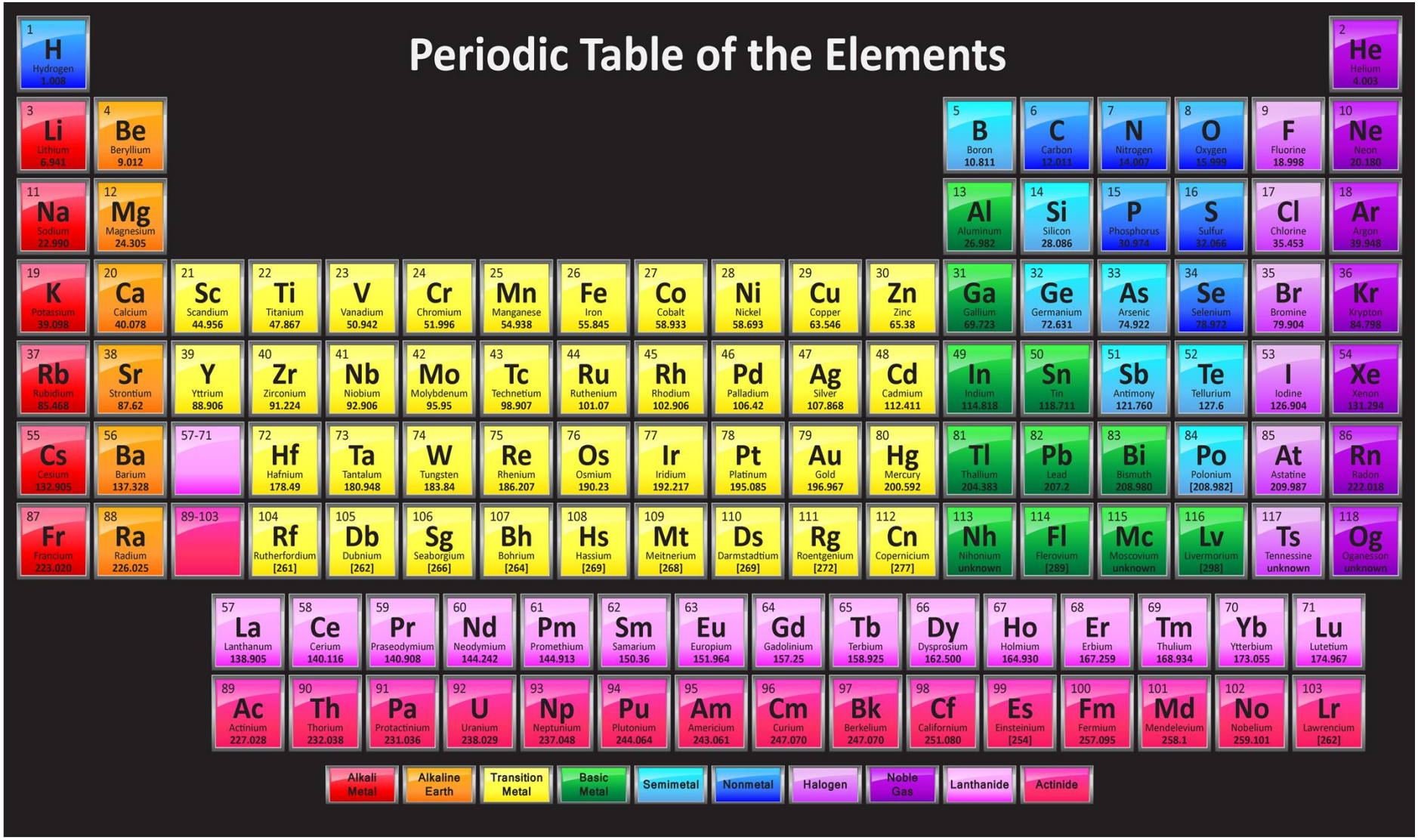
الصف الاول -قسم الكيمياء-

كلية التربية للبنات/ جامعة الموصل

الدكتور

أحمد مظفر مُحَمَّد

الجدول الدوري للعناصر



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 الالكترونية

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:

النوع الأول : أنصاف الأقطار الآصرية، وتقسم الى:

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

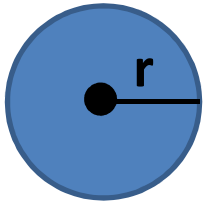
انصاف الأقطار الايونية (بلورية): كأنصاف الأقطار في المركبات الايونية.

النوع الثاني : أنصاف الأقطار غير الآصرية: و تشمل على انصاف اقطار فندرفالز.

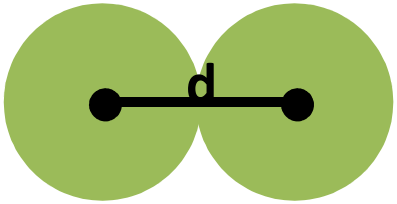
1-انصاف الأقطار الذرية والتساهمية

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

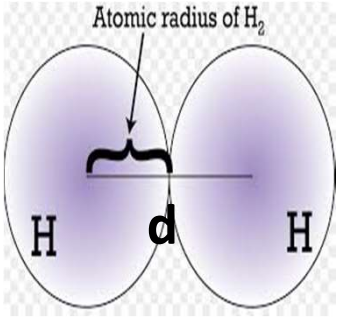


Radius (r) =d/2

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

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

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^o	0.53	1.67	1.90	2.43	2.65	2.98

ملاحظة: اذا نظرنا الى صورة الجدول الدوري نلاحظ أنه وكما ذكرنا أنه يقل نصف القطر الذري عبر الدورة الواحدة بأزدياد العدد الذري يستثنى من ذلك وكما موضح في الجدول الدوري عناصر الغازات المثالية. **ما سبب ذلك ؟**

الجواب/ سبب ذلك هو زيادة قوة التنافر بين الكترونات الغلاف الخارجي التكافؤي الاخير المشبعة في ذرات الغازات النبيلة، مما يسبب تباعد الالكترونات في هذا الغلاف وبالتالي يزداد نصف قطر الذرة وحجمها.

نصف قطر الذرة (الحجم الذري) / **يقل عبر الدورة الواحدة**

يزداد عبر الزمرة الواحدة

ملاحظات حول انصاف الاقطار التساهمية

- طول الاصرة C-C هي المسافة بين نواتي ذرتي كاربون بينهما اصرة احادية، وجد انها تساوي 1.54 انكستروم وبذلك يكون نصف القطر التساهمي الاحادي للكاربون هو 0.77 انكستروم.
- انصاف الاقطار التساهمية للعناصر لاتتغير بتغير المركبات التي يدخل العنصر في تركيبها، فيمكننا اذاً حساب طول الاصرة التساهمية الاحادية بين ذرتي عنصرين معينيين بمعرفة انصاف اقطارها. فمثلاً وجد ان طول الاصرة التساهمية الاحادية (C-Si) في مركبات مثل SiC أو $(CH_3)_4Si$ أنها تساوي 1.94 انكستروم، فهي تمثل نصف القطر التساهمي للـ C= 0.77 انكستروم ونصف القطر التساهمي للـ Si = 1.17 انكستروم.
- طول الاصرة بين ذرتي عنصرين تقل كلما زادت رتبة الاصرة، فمثلاً طول الاواصر (C-C) = 1.54 انكستروم، (C=C) = 1.34 انكستروم، (C≡C) = 1.20 انكستروم.
- نصف القطر التساهمي لعنصر لافلزي مثل الكاربون يساوي نصف القطر الذري له.
- نصف القطر التساهمي لعنصر فلزي مثل البوتاسيوم يكون اقل من نصف القطر الذري له.

2- انصاف الأقطار الأيونية Ionic Radii

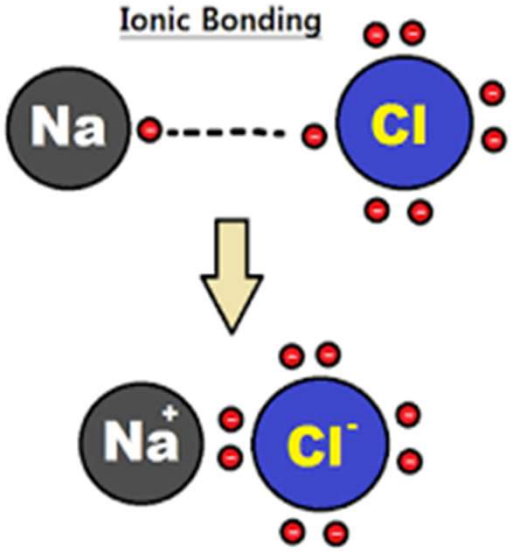
سؤال / ما هو نصف القطر الأيوني؟

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.

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

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 زيادة عدد الالكترونات.

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

مصادر المحاضرة:

1-الكيمياء اللاعضوية القسم الأول، تأليف د. نعمان النعيمي وجماعته ، 1976 .

2- Inorganic chemistry, third edition, Catherine E. and others, 2008.