الكيمياء اللاعضوية

Inorganic Chemistry

المحاضرة السادسة/ 2021-2020

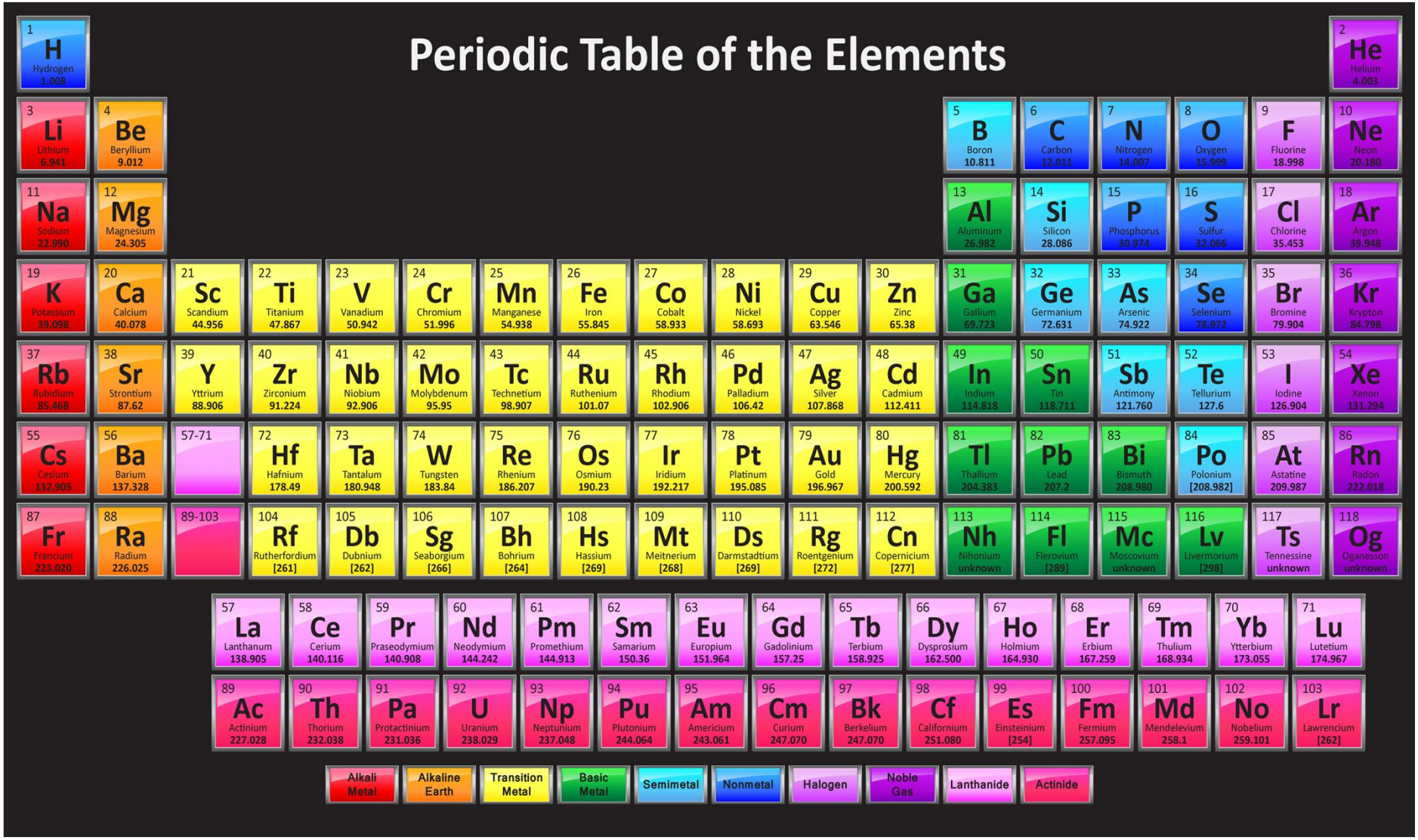
الصف الاول ـ قسم الكيمياء ـ

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 والايونية والتساهمية.

2- طاقة التأين

3- الالفة الالكترونيـة

4-السالبية الكهربائية

5- التكافؤ

قبل البدء بدراسة هذه الخواص سنتناول موضـوع مهـم جـداً الا وهو موضوع **الحجب Shielding.**

الحجب Shielding

يتضح من المعادلة التي اشتقها العالم بور لحساب طاقــة الالكتــرون

$$E = \frac{2\pi^2 z^2 e^4 m}{n^2 h^2}$$

ان طاقة الالكترون تعتمــد على قيمـــة $\frac{z^2}{n^2}$

ولما كان معدل الزيادة في **شحنة النواة (z)** **اكبر** من معدل الزيادة في **عدد الكم الرئيسي (n)**، فمن المتوقع ان تزداد الطاقة اللازمة لنزع الالكترون من الذرة باستمرار بزيادة العدد الذري. ولكن الواقع غير ذلك كما يتضح من مقارنة طاقة التأين للهيدروجين (z=1) والتي تساوي 13.6 الكترون فولت مع طاقة التأين لليثيوم (z=3) والتي تساوي 5.4 الكترون فولت.

وهذا يعني ان الالكترون الخارجي لذرة الليثيوم لا يقع تحت التأثير المباشر والكامل لشحنة نواة الليثيوم والتي تساوي +3، بل ان هذا الالكترون يحس بشحنة نووية بين +1و +2 .

ويفسر ذلك بأن الكتروني الغلاف الأول في ذرة الليثيوم يحجبان شحنة النواة عن الكترون الغلاف الثاني.

وقد لاحظ العلماء بأن الاوربيتالات **من نوع (s) ذات نفاذية اكثر** من الاوربيتالات **من نوع (p, d)**، **وهذا يجعل الالكترونات الموجودة في اوربيتال (s):**

أ- **تحس بشحنة نووية اكبر من تلك التي تحس بها الكترونات اوربيتالات (p, d) والتي تنتمي الى نفس الغلاف الالكتروني.**

ب- **تُحجب شحنة النواة الموجبة عن الالكترونات بدرجة أكبر.**

سؤال/ كيف يمكننا حساب الشحنة المؤثرة للنواة؟

الجواب/

يمكننا حساب **الشحنة المؤثرة للنواة** (**z^***) Effective nuclear charge والتي يحس بها الكترون ما من المعادلة التالية:

$$z^* = z - s$$

حيث:

s: ثابت الحجب، z: الشحنة الحقيقية للنواة، z^*: الشحنة المؤثرة للنواة

سؤال/ كيف يمكننا حساب ثابت الحجب s ؟

الجواب/ هنالك بعض القواعد التي وضعها العالم سلاتر لتقدير مدى الحجب التقريبي للإلكترونات والتي تعرف **قواعد سلاتر Slater's rules** يمكن تلخيصها بالاتي:

اولاً / اذا كان الالكترون ينتمي الى اوربيتال من نوع (s) او (p) في الغلاف الرئيسي (n) فنتبع الخطوات الاتية:

1- اكتبي الترتيب الالكتروني للعنصر كالاتي:

1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s 4p 4d 4f 5s 5p 5d ….. etc

ثم اكتبيه بالصيغة الاتية (ضعي اقواس كما مبين ادناه ثم اكتبي مجموع الالكترونات على القوس):

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

مع الانتباه المهم الى انه : يجب ملء اوربيتالات s بالإلكترونات قبل d ..... لماذا؟

2- جميع الالكترونات التي تقع الى اليمين من (ns np) لا تدخل في حساباتنا لثابت الحجب.

3- جميع الالكترونات التي تنتمي الى (ns np) تحجب الالكترون المعني الى مدى = 0.35

4- جميع الالكترونات التي تنتمي الى (n-1) تحجب الالكترون المعني الى مدى = 0.85

5- جميع الالكترونات التي تنتمي الى (n-2) والتي بعدها (أي اقل منها) تحجب الالكترون المعني الى مدى = 1، أي انها تحجب الالكترون حجباً كاملاً.

ثانياً/ اذا كان الالكترون ينتمي الى اوربيتال من نوع (d) او (f) في الغلاف الرئيسي (n) فنتبع الخطوات الاتية:

1- اكتبي الترتيب الالكتروني للعنصر كالاتي:

1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s 4p 4d 4f 5s 5p 5d….. etc

ثم اكتبيه بالصيغة الاتية (ضعي اقواس كما مبين ادناه ثم اكتبي مجموع الالكترونات على القوس):

(1s) (2s 2p) (3s 3p) (3d) (4s 4p) (4d) (4f) (5s 5p) (5d)… etc

مع ملاحظة انه : يجب ملء اوربيتالات s بالإلكترونات قبل d.

2- جميع الالكترونات التي تقع الى اليمين من (ns np) لا تدخل في حساباتنا لثابت الحجب.

3- جميع الالكترونات التي تنتمي الى (ns np) تحجب الالكترون المعني الى مدى = 0.35

4- جميع الالكترونات التي تقع الى اليسار من المجموعة (nd) او (nf) تحجب الالكترون المعني حجباً كاملاً بمدى مقداره= 1.

أمثلة وحلول

مثال 1/ ما قيمة الشحنة المؤثرة للنواة (z*) للإلكترون التكافؤي في الليثيوم ^{3}Li ؟

^{3}Li $1s^2\ 2s^1$

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

$S = 0 \times 0.35 + 2 \times 0.85 = 1.7$

$z^* = z - s$

$z^* = 3 - 1.7 = 1.3$

توضيح الحل:

- الالكترون التكافؤي في ذرة الليثيوم كما هو معروف يكون في الغلاف الخارجي (الأخير) $(2s\ 2p)^1$.

ملاحظة: الالكترون المعني الذي نناقش حجبه لا يدخل في الحسابات لأنه هو محور الحساب، بمعنى أنه في الحقيقة بقي لدينا 0 من الالكترونات في هذا الغلاف ستدخل في الحساب $(2s\ 2p)^1$ في مثالنا اعلاه، و بالرجوع الى قواعد سلاتر (الالكترونات تنتمي الى (ns np) أي الى نفس الغلاف الذي نناقش به حجب الالكترون المعني) نجد ان في هذا الغلاف تكون قيمة الحجب فيه 0.35 لذا 0×0.35

- جميع الالكترونات التي تنتمي الى (n-1) تحجب الالكترون المعني الى مدى = 0.85

ولذلك في مثالنا هذا 2×0.85 ، لأنه لدينا الكترونين في $(1s)^2$.

مثال 2/ ما قيمة الشحنة المؤثرة للنواة (z*) للإلكترون التكافؤي في ذرة الاوكسجين ^{8}O ؟

ا لجواب/

^{8}O $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

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

$S = 5 \times 0.35 + 2 \times 0.85 = 3.45$

$z^* = z - s$

$z^* = 8 - 3.45 = 4.55$

توضيح الحل:

- الالكترون التكافؤي في ذرة الاوكسجين يكون في الغلاف الخارجي $(2s\ 2p)^6$

ملاحظة: الالكترون المعني الذي نناقش حجبه لا يدخل في الحسابات لأنه هو محور الحساب، بمعنى انه بقي لدينا 5 من الالكترونات في هذا الغلاف $(2s\ 2p)^6$ والتي ستدخل في الحساب، و بالرجوع الى قواعد سلاتر (الالكترونات التي تنتمي الى (ns np) أي الى نفس الغلاف الذي نناقش به حجب الالكترون المعني) نجد ان في هذا الغلاف تكون قيمة الحجب فيه 0.35 لذا 5×0.35

- جميع الالكترونات التي تنتمي الى (n-1) تحجب الالكترون المعني الى مدى = 0.85

ولذلك في مثالنا هذا 2×0.85، لأنه لدينا الكترونين في $(1s)^2$.

مثال 3/ ما قيمة الشحنة المؤثرة للنواة التي يحس بها الإلكترون التكافؤي في ذرة الكالسيوم ^{20}Ca وللإلكترون الأخير في ايونه؟

الجواب/

^{20}Ca $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ \ 3s^2\ 3p^6\ \ 4s^2\ 4p\ \ \ 3d$

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

$S = 1 \times 0.35 + 8 \times 0.85 + 10 \times 1 = 17.15$

$z^* = z - s$

$z^* = 20 - 17.15 = 2.85$

$^{20}Ca^{2+}$ $1s^2\ \ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ \ 3p^6$

$(1s)^2\ (2s\ 2p)^8\ (3s\ 3p)^8$

$S = 7 \times 0.35 + 8 \times 0.85 + 2 \times 1 = 11.25$

$z^* = z - s$

$z^* = 20 - 11.25 = 8.75$

مثال 4/ ما قيمة الشحنة النووية المؤثرة للنواة التي يحس بها الإلكترون التكافؤي في ذرة الحديد ^{26}Fe وللإلكترون الأخير في ايونه (II) ؟

ا لجواب/

^{26}Fe $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ \ 3s^2\ 3p^6\ \ 4s^2\ 3d^6$

$(1s)^2\ (2s\ 2p)^8\ (3s\ 3p)^8\ (3d)^6\ (4s)^2$

$S = 1 \times 0.35 + 14 \times 0.85 + 10 \times 1 = 22.25$

$z^* = z - s$

$z^* = 26 - 22.25 = 3.75$

$^{26}Fe^{2+}$ $1s^2\ \ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s\ 4p\ \ 3d^6$

$(1s)^2\ (2s\ 2p)^8\ (3s\ 3p)^8\ \ (3d)^6$

$S = 5 \times 0.35 + 18 \times 1 = 19.75$

$z^* = z - s$

$z^* = 26 - 19.75 = 6.25$

مثال 5/ ما قيمة الشحنة النووية المؤثرة للنواة التي يحس بـها الإلكترون التكافؤي في ذرة الخارصين وللإلكترون الأخير في ايونه ؟

الجواب/

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

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

$S = 1 \times 0.35 + 18 \times 0.85 + 10 \times 1 = 25.65$

$z^* = z - s$

$z^* = 30 - 25.65 = 4.35$

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

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

$S = 9 \times 0.35 + 18 \times 1 = 21.15$

$z^* = z - s$

$z^* = 30 - 21.15 = 8.85$

أسئلة/ واجب

س1/ بيني بأن قواعد سلاتر تعطي قيمة $z^* = 1.95$ لإلكترون 2s في ذرة البريليوم ^{4}Be.

س2/ ما قيمة الشحنة المؤثرة للنواة التي يحس بها الإلكترون التكافؤي في ذرة الكوبلت ^{27}Co وللإلكترون الأخير في ايونه Co^{+2}؟

س3/ ما قيمة الشحنة المؤثرة للنواة التي يحس بها الإلكترون التكافؤي في ذرة عنصر الرصاص ^{82}Pb ؟

المصادر:

1-الكيمياء اللاعضوية القسم الأول

تأليف د. نعمان النعيمي وجماعته، 1976 .

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