الكيمياء اللاعضوية

Inorganic Chemistry

المحاضرة الثامنة/ 2021-2020

الصف الاول -قسم الكيمياء-

كلية التربية للبنات/ جامعة الموصل

الدكتور

أحمد مظفر مُحَمَّد

بعض الخواص الدورية للذرات

بدأنا في المحاضرة السابقة بالخاصية الاولى (انصاف الأقطار الذرية والتساهمية والايونية) ونكمل في هذه المحاضرة بعض الملاحظات التي تتعلق بها وتكملة باقي الخواص وهي:

2- طاقة التأين

3- الالفة الالكترونيـة

4-السالبية الكهربائية

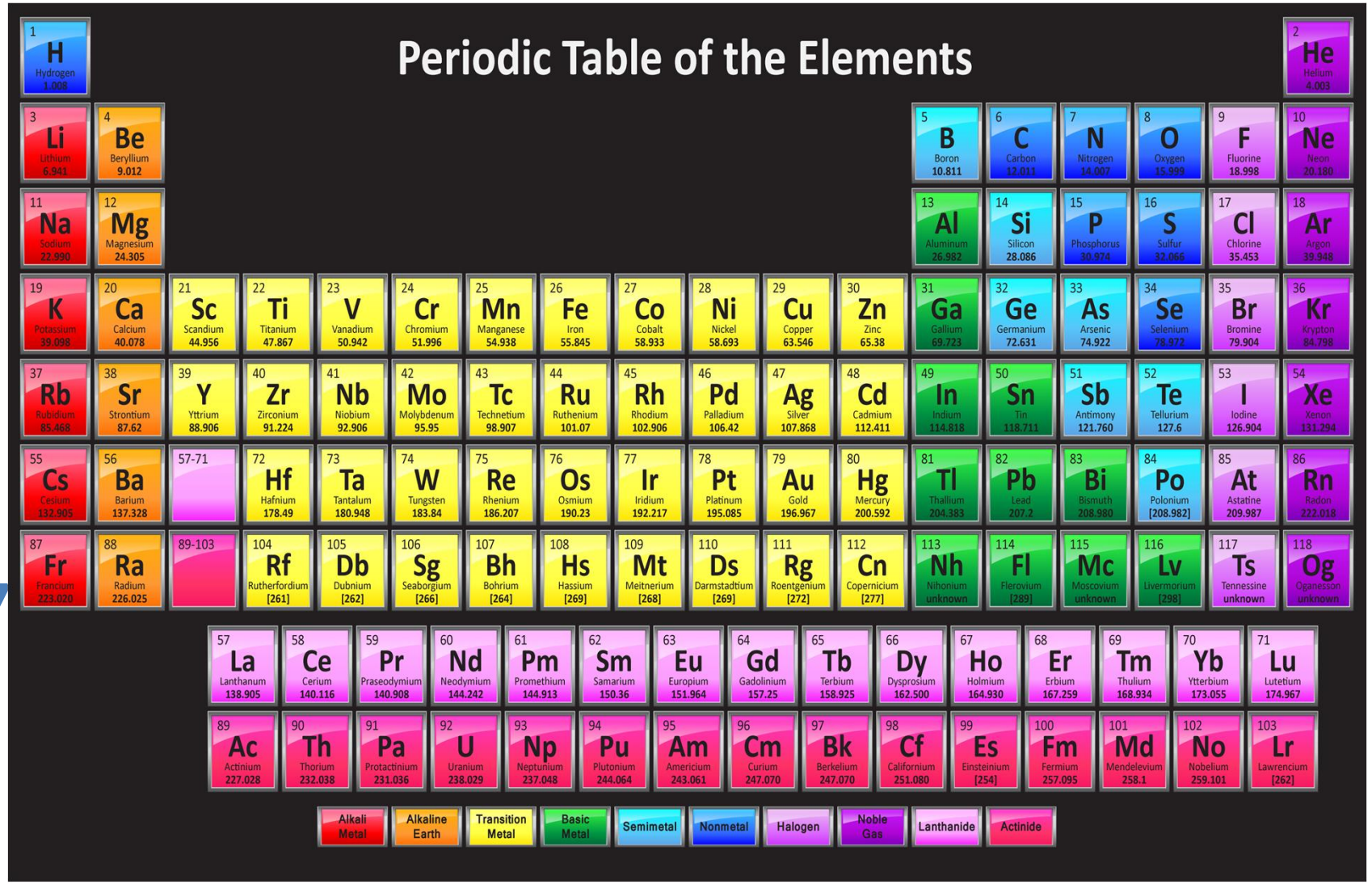
5- التكافؤ

سنتناول كل خاصية من هذه الخواص بشيء من التفصيل.

2- طاقة التأين (جهد التأين)

تزداد عبر الدورة الواحدة

تقل عبر الزمرة الواحدة



طاقة التأين (جهد التأين) Ionization Energy

طاقة التأين لذرة ما بشكل عام هي الطاقة اللازمة لنزع إلكترون منها.

يعرف **جهد التأين الاول (I_1)**: بأنه اقل طاقة لازمة لنزع الكترون من ذرة غازية متعادلة وهي في أدنى حالات الطاقة. $M_{(g)} \rightarrow M^{+}_{(g)} + e$

اما **جهد التأين الثاني (I_2)**: فهو الطاقة اللازمة لنزع اضعف الالكترونات ارتباطاً من الايون الموجب الاحادي في أدنى حالات طاقته. $M^{+}_{(g)} \rightarrow M^{++}_{(g)} + e$

- لكل عنصر عدد من جهود التأين تساوي عدد الكترونات هذا العنصر.
- قيمة جهد التأين تزداد في الاتجاه ($I_1 < I_2$ ..... $< I_n$). عللي ذلك؟
- طاقة التأين هي من النوع **الماص للحرارة دائماً (Endothermaic)** لذلك فهي دائماً موجبة الأشارة.
- تعتمد قيمة جهد التأين لالكترون معين على العوامل التالية:

a) مقدار الشحنة المؤثرة للنواة (Z^*)

b) مقدار نصف القطر: طول المسافة بين هذا الالكترون والنواة.

c) مدى نفاذية الالكترون للسحابة الالكترونية للالكترونات الاخرى.

حيث ان نفاذية الالكترونات التي تنتمي الى طبقة معينة تترتب كالاتي:

$$f < d < p < s$$

قيم طاقة التأين (جهد التأين) في الجدول الدوري تتأثرعلى النحو الاتي:

1- تزداد قيم طاقة التأين من اليسار الى اليمين في الدورة الواحدة مع زيادة العدد الذري في الجدول الدوري، لكن الزيادة متقطعة ليست مستمرة. عللي ذلك؟

- ذلك بسبب زيادة العدد الذري للعناصر بمعنى زيادة عدد البروتونات الموجبة في النواة والتي تؤدي الى زيادة الشحنة النووية الفعالة ($z^*=z-s$)، مما يؤدي إلى زيادة جذب الإلكترونات في الذرة ومن ضمنها الأغلفة الخارجية. لذلك فتزداد الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من الذرة، أي تزداد طاقة التأين. اما لماذا الزيادة متقطعة وليست مستمرة سسناقشها في الصفحة التالية بعد الجدول ادناه.
- مثال ذلك/ عناصر الدورة الثانية في الجدول ادناه:

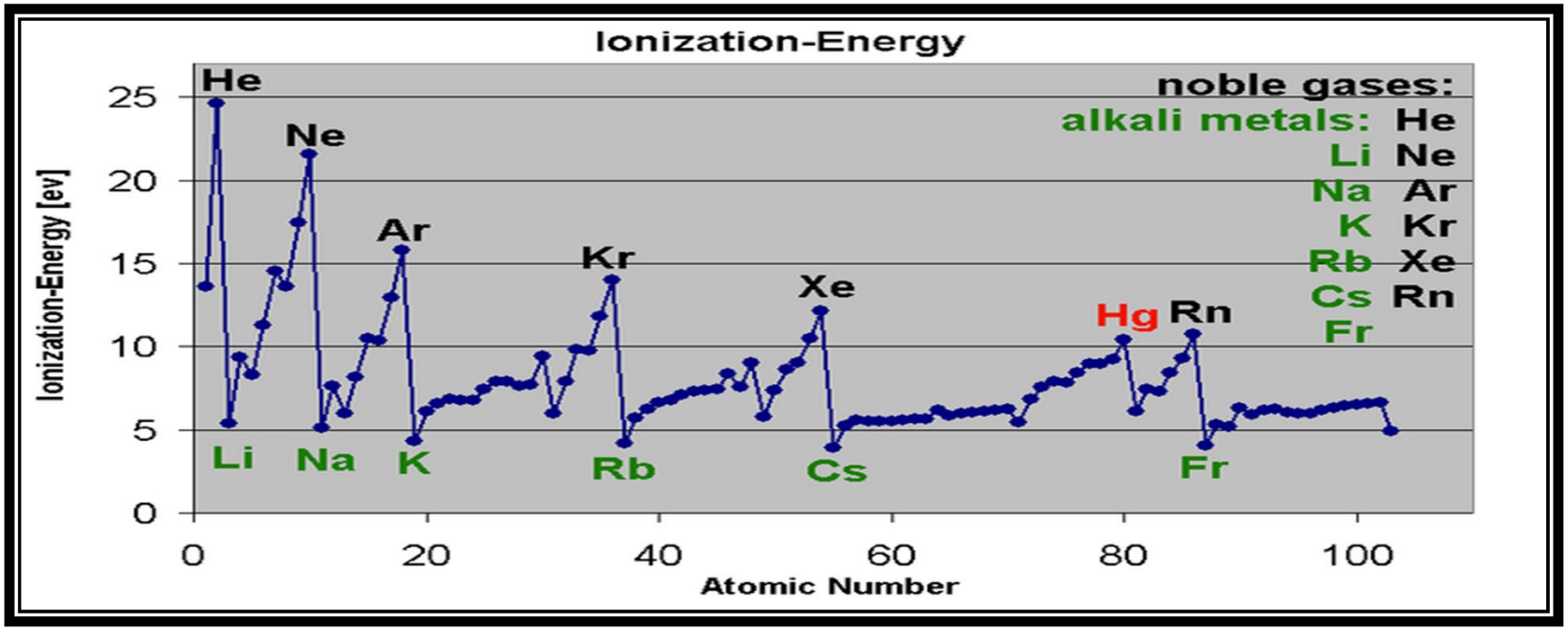
Element	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Atomic Nr.	3	4	5	6	7	8	9	10
Electron Configuration	$[He]2S^1$	$[He]2S^2$	$[He]2S^22P^1$	$[He]2S^22P^2$	$[He]2S^22P^3$	$[He]2S^22P^4$	$[He]2S^22P^5$	$[He]2S^22P^6$
Z^*	1.3	1.95	2.6	3.25	3.9	4.55	5.2	5.85
Atomic Radii (r) A^o	1.67	1.12	0.87	0.67	0.56	0.48	0.42	0.38
Ionization Energy (KJ/mol)	520	899	801	1086	1402	1314	1981	2081

- **ملاحظة هامة:** حيث اذا اتجهنا من اليسار الى اليمين في الجدول الدوري في اي دورة من الدورات واذا نظرنا الى الجدول السابق والرسم ادناه، لوجدنا ان الزيادة في جهد التأين هي متقطعة وليست مستمرة، فهي تزداد مثلاً في العنصر الاول الى الثاني في الدورة ثم تقل من الثاني الى الثالث في الدورة، وتزداد مرة اخرى من الثالث الى الرابع الى الخامس في الدورة، ثم تقل من الخامس الى السادس، ثم تزداد مرة اخرى من السادس الى السابع الى الثامن في الدورة. عللي ذلك؟

- الجواب/ هذه الظاهرة تعزى الى عدة عوامل منها

a) تأثير الاوربيتالات عندما تكون فارغة او نصف ممتلئة او ممتلئة بالالكترونات.

b) التنافر بين الالكترونين عندما يشغلان نفس الاوربيتال ولما تحتاجه هذه العملية من طاقة ازدواج.



2- تقل قيم طاقة التأين من الأعلى الى الأسفل في الزمرة الواحدة مع زيادة العدد الذري في الجدول الدوري. عللي ذلك؟

- ان طاقة التأين تتناسب عكسيا مع نصف القطر الذري حيث انه كلما ازداد نصف القطر الذري نزولاً بالمجموعة (اي بازدياد العدد الذري) ازداد بذلك بُعد إلكترونات الأغلفة الخارجية عن النواة وقل جذب النواة لها، فلهذا السبب ستكون الطاقة اللازمة لنزع الالكترون قليلة نسبياً فيسهل نزعها من الذرة، أي تقل طاقة التأين.
- مثال ذلك/ عناصر المجموعة (الزمرة) الاولى في الجدول ادناه:

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
Ionization Energy (KJ/mol)	1315	520	496	419	403	376

عللي مايأتي:

عندما نقوم بنزع الإلكترون الخارجي الأول من الذرة، ونبدأ في نزع الإلكترون الذي يليه من مداره الذري نجد زيادة كبيرة في طاقة التأين؟

الجواب/ هذا لأنه بعد انتزاع الإلكترون الأول وانتقالنا لنزع الإلكترون الثاني الذي يكون أقرب للنواة، لذا ستزداد الطاقة اللازمة لانتزاعه.

حيث ان الإلكترونات الموجودة في مدارات قريبة من النواة مرتبطة بها بقوى جذب كهرستاتيكية أكبر، وعلى هذا تتطلب طاقة أكبر لانتزاعها.

عللي/ تكون طاقة التأين الأولى لعنصر البوتاسيوم هي اقل من طاقة التأين الثانية؟

الجواب /

لان قيمة z^* الأولى لذرة البوتاسيوم K هي اقل من قيمة z^* الثانية لايون البوتاسيوم K^{+1}

طاقة التأين الأولى ..... $K \longrightarrow K^{+1} + e$

$K \quad 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

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

$S = 0 \times 0.35 + 8 \times 0.85 + 10 \times 1 = 16.8$

$z^* = z - s = 19 - 16.8 = 2.2$

طاقة التأين الثانية ..... $K^{+1} \longrightarrow K^{+2} + e$

$K^{+1} \quad 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

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

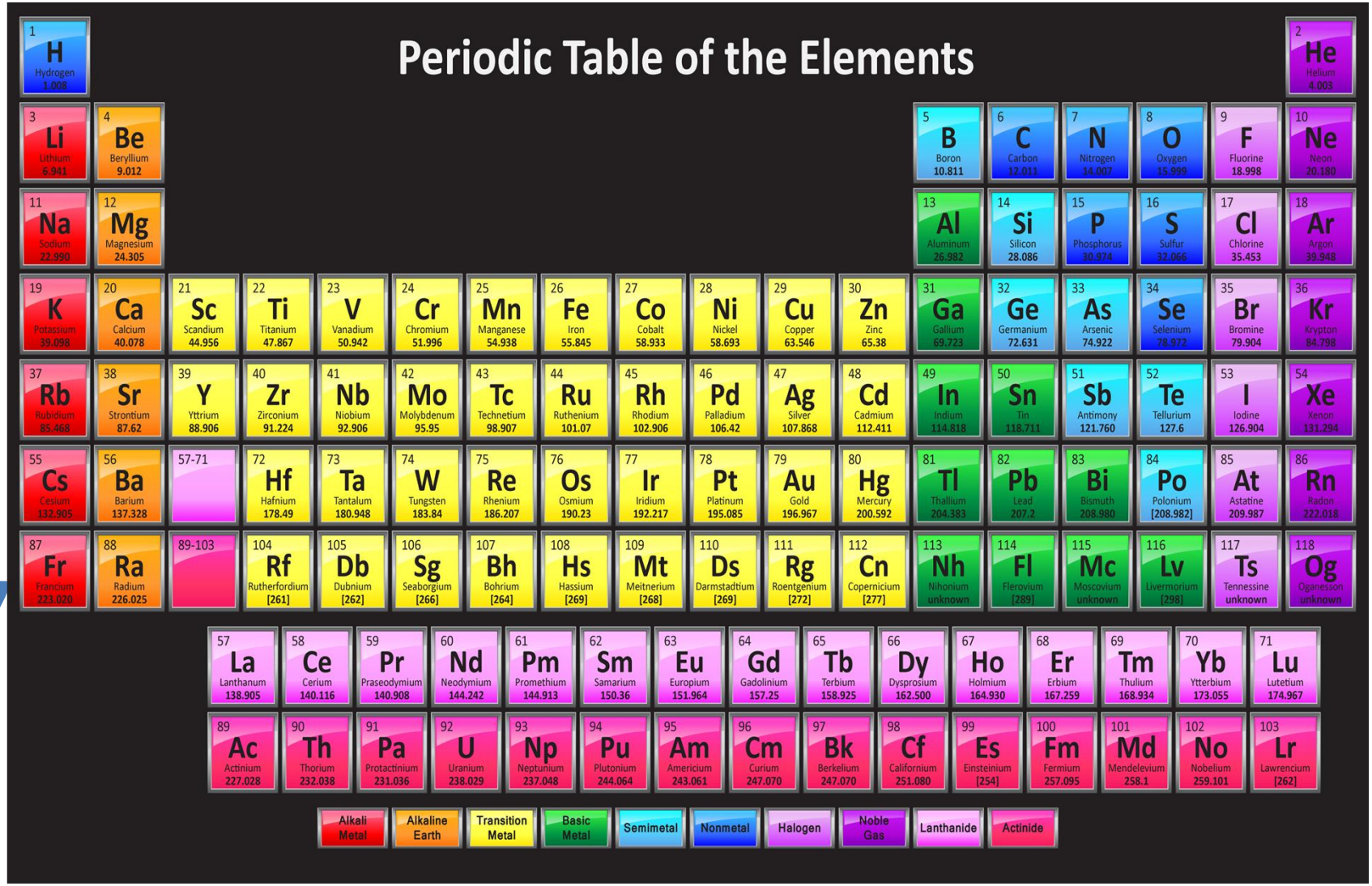
$S = 7 \times 0.35 + 8 \times 0.85 + 2 \times 1 = 11.25$

$z^* = z - s = 19 - 11.25 = 7.75$

3- الالفة الالكترونية

تزداد عبر الدورة الواحدة

تقل عبر الزمرة الواحدة



الالفة الالكترونية Electron Affinity

هي الطاقة المتحررة عند اتحاد ذرة غازية متعادلة وهي في ادنى حالات الطاقة بالكترون معطية الايون السالب الاحادي الغازي في أدنى حالات الطاقة.

$$X_{(g)} + e \rightarrow X^-_{(g)}$$

- من التعريف اعلاه يتضح ان الالفة الالكترونية تمثل طاقة، لذا يطلق عليها البعض بطاقة الالفة الالكترونية ويرمز لها بالرمز A.
- يكون للعنصر طاقة الفة الكترونية اولى A_1 وثانية A_2 وثالثة A_3 وهكذا.
- تعطى طاقة الالفة الالكترونية الاولى A_1 اشارة سالبة في المفهوم الثرموداينمك، لانها تمثل تفاعل باعث للحرارة.
- تعطى طاقة الالفة الالكترونية الثانية A_2 والثالثة A_3 ..الخ اشارة موجبة في المفهوم الثرموداينمك، لانها تفاعل ماص للحرارة.عللي ذلك؟
- معظم العناصر لها الفة الكترونية سالبة وهذا يعني انها لاتتطلب طاقة لاكتساب الكترون.
- تستثنى الغازات النبيلة حيث لها الفة الكترونية موجبة.
- العناصر التي لها جهد تأين مرتفع يكون لها الفة الكترونية مرتفعة.
- ان طاقة التأين هي العملية العكسية للألفة الالكترونية.
- الالفة الالكترونية تعرف ايضاً بالميل الالكتروني.

قيم طاقة الألفة الالكترونية في الجدول الدوري تتأثرعلى النحو الاتي:

1- تزداد قيم طاقة الألفة الالكترونية من اليسار الى اليمين في الدورة الواحدة مع زيادة العدد الذري في الجدول الدوري بشكل عام. عللي ذلك؟

- ذلك بسبب صغر انصاف الاقطار كلما اتجهنا من اليسار الى اليمين في الجدول الدوري مما يجعل الالكترونات في الغلاف الالكتروني الاخير قريبة من مركز جذب النواة، وهذا يُسهل للنواة جذب الالكترون الجديد.

يستثنى من اعلاه كل من:

- عنصر البريليوم » لان أغلفته الالكترونية ممتلئة بالالكترونات فهو مستقر.
- عنصر النتروجين » لان أغلفته الالكترونية نصف ممتلئة بالالكترونات فهو مستقر.
- الغازات النبيلة » لان أغلفتها الالكترونية ممتلئة بالالكترونات فهو مستقر.

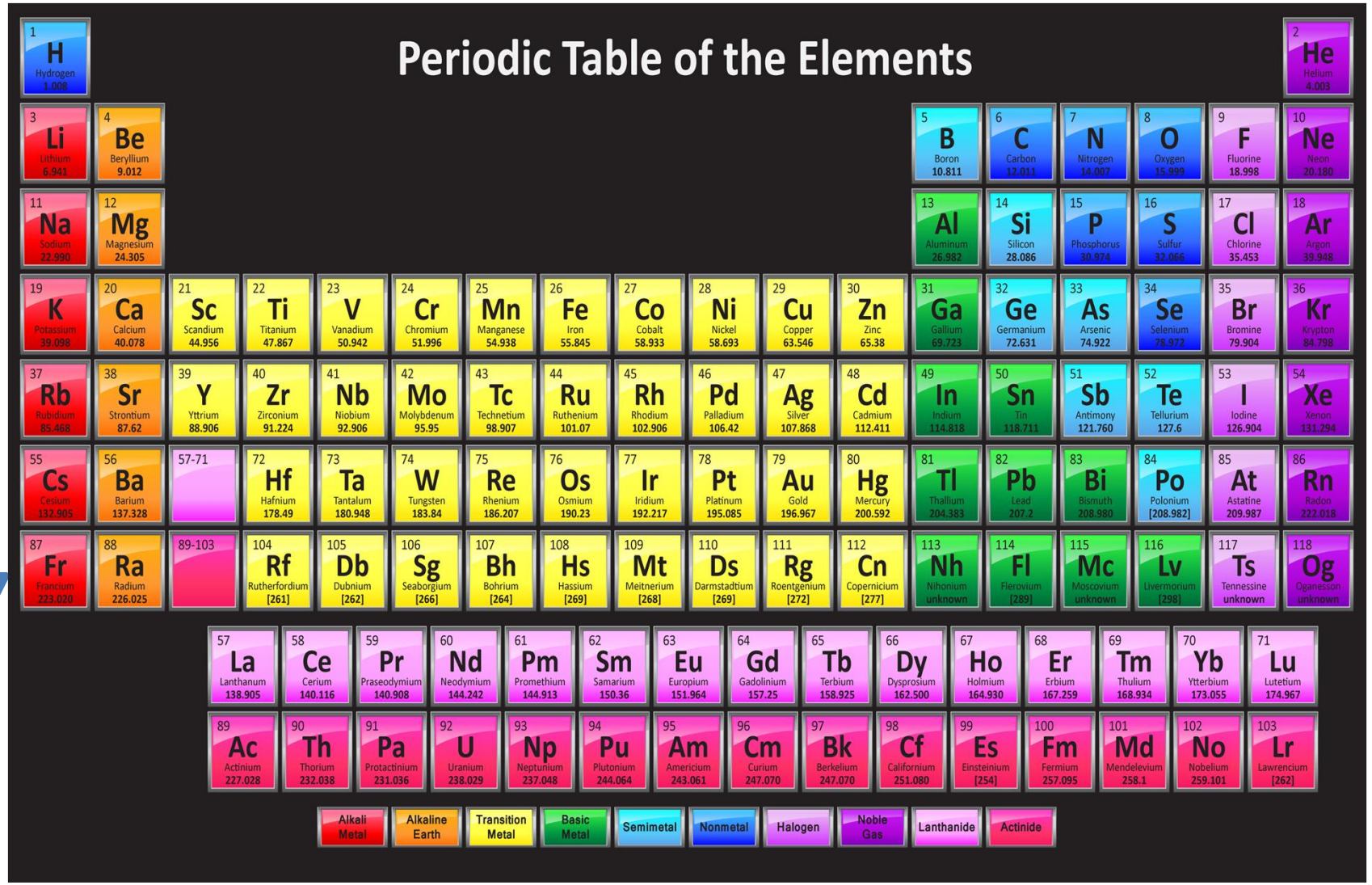
2- تقل قيم طاقة الألفة الالكترونية من الأعلى الى الأسفل في الزمرة الواحدة مع زيادة العدد الذري في الجدول الدوري بشكل عام. عللي ذلك؟

- ذلك بسبب زيادة انصاف الاقطار كلما اتجهنا من الأعلى الى الأسفل في الجدول الدوري مما يجعل الالكترونات في الغلاف الالكتروني الاخير بعيدة عن مركز جذب النواة، وهذا يصعب على النواة جذب الالكترون الجديد.
- ملاحظة: يستثنى من اعلاه عنصر الفلور.
- عللي/ الالفة الالكترونية للكلور $_{17}Cl$ اعلى من الالفة للفلور $_{9}F$ ؟
- حيث انه بالرغم من ان للفلور ميل عاليا لكسب الكترون لكنه يصبح مشبعاً بسرعة نتيجة لصغر حجمة وزيادة التنافر الالكتروني فهو لايحتاج الى قيمة الفة الكترونية اعلى من تلك التي يحتاجها الكلور.

4- السالبية الكهربائية

تزداد عبر الدورة الواحدة

تقل عبر الزمرة الواحدة



السالبية الكهربائية Electronegativity

يعرف بولنك السالبية الكهربائية على انها:

(قوة ذرة في جزيئة على جذب الالكترونات نحوها).

- السالبية الكهربائية هي أحدى الخواص التي تتميز بها الذرة عندما تكون متحدة مع غيرها من الذرات وليس في حالتها المفردة.
- استخدم بولنك فكرة السالبية الكهربائية لتفسير ظاهرة طاقة الاصرة التساهمية بين ذرتين مختلفتين (A-B)، والتي يرمز لها بالرمز D(AB).

$$A\text{-}A + B\text{-}B \rightarrow 2AB$$

- طاقة الاصرة التساهمية تكون اكبر من تلك المحسوبة على اساس المتوسط الحسابي او الهندسي للاواصر (A-A) و (B-B).
- اذا استخدمنا المتوسط الحسابي يمكن كتابة معادلة طاقة الاصرة كالاتي:

$$D(AB) = \frac{1}{2}[D(AA) + D(BB)] + \Delta AB$$

-اطلق بولنك على ΔAB اسم (طاقة الريزونانس الايوني)، ووجد ان ΔAB تزداد كلما زاد الفرق في السالبية الكهربائية بين الذرتين المشتركتين في تكوين الاصرة، وبذلك يزداد الريزونانس بين التراكيب المشاركة في تكوين الجزيئة وبالتالي تزداد طاقة الريزونانس التي تساعد على استقرار الجزيئة.

قيم السالبية الكهربائية في الجدول الدوري تتأثرعلى النحو الاتي:

1- **تزداد** قيم السالبية الكهربائية من اليسار الى اليمين في الدورة الواحدة مع زيادة العدد الذري عبر الجدول الدوري بشكل عام وذلك بسبب نقصان نصف القطر مما يؤدي الى زيادة قوة جذب النواة للالكترونات المرتبطة.

2- **تقل** قيم السالبية الكهربائية من الأعلى الى الأسفل في الزمرة الواحدة مع زيادة العدد الذري عبر الجدول الدوري بشكل عام وذلك بسبب زيادة نصف القطر مما يؤدي الى قلة قوة جذب النواة للالكترونات المرتبطة.

علل / الفلزات لها سالبية كهربائية واطئة بينما اللافلزات لها سالبية كهربائية عالية ؟

خلاصة الخواص الدورية للعناصر بشكل عام

يمكننا اختصار الخواص الدورية للعناصر عبر الدورة الواحدة أو الزمرة الواحدة بشكل عام في الجدول الأتي:

ت	الخاصية	الدورة	الزمرة (المجموعة)
1	نصف القطر الذري نصف القطر الايوني	يقل يقل	يزداد يزداد
2	طاقة التأين (جهد التأين)	تزداد	تقل
3	الالفة الالكترونية	تزداد	تقل
4	السالبية الكهربائية	تزداد	تقل

مصادر المحاضرة:

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

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