

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1
كلية العلوم الدقيقة
هيكل علوم المادة



محاضرات مادة الكيمياء 1
الجزء الرابع
الجدول الدوري

للاستاذ كمال مجربي

2020 - 2021

قواعد ملاً المحطات الذرية

نرفق بكل محط ذري خانة كمية (Case quantique):

Représentation des OA S, p, d et f par des cases quantiques

$l =$	0	1	2	3
Lettre associée	s	p	d	f
Nombre de case	□	□□□	□□□□□	□□□□□□□
Nombre max. d'électrons	2	6	10	14

1.1 مبدأ الاستبعاد: Principe d'exclusion de Pauli

لا يمكن أن يملك إلكترونان لنفس الذرة أربعة أعداد كمية متشابهة. ينتج عن ذلك أن الحالة المعرفة بالثلاثية n, l, m ، الموافقة للمحط الذري نرفق بها خانة كمية، يمكن أن تحتوي:

* إما على إلكترون عازب:

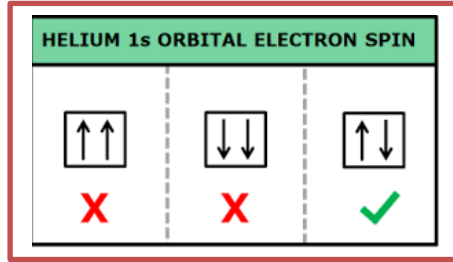
$$s = -\frac{1}{2} \quad \downarrow \quad \text{أو} \quad s = +\frac{1}{2} \quad \uparrow$$

● إما على إلكترونين متزاوجين:

$$s = -\frac{1}{2} \quad \downarrow \quad \uparrow \quad s = +\frac{1}{2}$$



Wolfgang Pauli
1900-1958



قيمة n	عدد e^- في كل طبقة $2n^2$	قيمة l	اسم تحت الطبقة	قيمة m	عدد المحطات الذرية O.A	عدد e^- تحت الطبقة
1	2	0	1s	0	1	1 x 2
					المجموع	2
2	8	0	2s	0	1	1 x 2
		1	2p	-1, 0, 1	3	3 x 2
					المجموع	8
3	18	0	3s	0	1	1 x 2
		1	3p	-1, 0, 1	3	3 x 2
		2	3d	-2, -1, 0, 1, 2	5	5 x 2
					المجموع	18
4	32	0	4s	0	1	1 x 2
		1	4p	-1, 0, 1	3	3 x 2
		2	4d	-2, -1, 0, 1, 2	5	5 x 2
		3	4f	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3	7	7 x 2
					المجموع	32

2.1. مبدأ الاستقرار قاعدة: Kletchkovski Règle de stabilité de

تشغل إلكترونات الذرة المحطات الذرية الأكثر استقراراً أي ذات طاقات الأكثر انخفاضاً.

حسب ما تقدم طاقة المحطات الذرية تتعلق بالعدد الكمي l ،

وحسب ثوابت الحجب نستنتج أن الطاقة $E_{n,l}$ هي دالة متزايدة للمجموع $n + l$

و من أجل قيمتين متماثلتين للمجموع $n + l$ فهي دالة متزايدة للعدد n

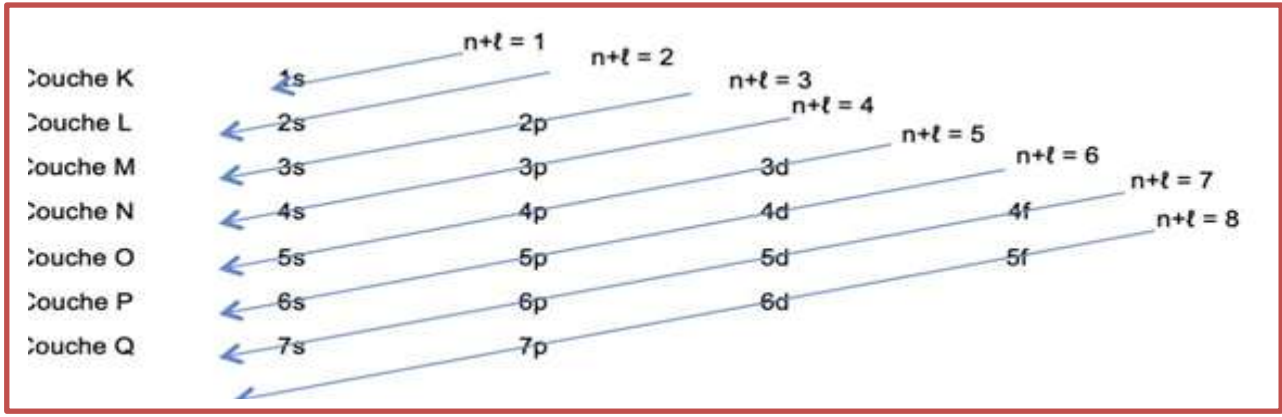


Vsevolod Kletchkovski
1900 - 1972



المجموع	الاعداد الكمية		
	الاساسي	الثانوي	تحت - الطبقة
$n + l = 1$	1	0	1s
$n + l = 2$	2	0	2s
$n + l = 3$	2	1	2p
	3	0	3s
$n + l = 4$	3	1	3p
	4	0	4s
$n + l = 5$	3	2	3d
	4	1	4p
	5	0	5s
$n + l = 6$	4	2	4d
	5	1	5p
	6	0	6s
$n + l = 7$	4	3	4f
	5	2	5d
	6	1	6p
	7	0	7s
$n + l = 8$	5	3	5f
	6	2	6d
	7	1	7p
	8	0	8s

ترتيب المحطات الذرية حسب المجموع $n + l$ المتزايد



3.1 قاعدة Hund :

تنظم الإلكترونات في المحطات الذرية في ترتيب تكون فيه الطاقة متزايدة، والمحطات الذرية التي لها نفس المستوى الطاقوي (المحطات الذرية الثلاثة (p)، المحطات الذرية الخمسة (d)، المحطات الذرية السبعة (f)) تشغل إلى أقصى حد بالإلكترونات ذات لف متواز (نفس العدد الكمي المغزلي). كما هو موضح في الشكل:



Lp ou Mp ou Np (portant 1 électron) 1 singlet	↑
Lp ou Mp ou Np (portant 2 électrons) 2 singlets	↑ ↑
Lp ou Mp ou Np (portant 3 électrons) 3 singlets	↑ ↑ ↑
Lp ou Mp ou Np (portant 4 électrons) 1 doublet et 2 singlets	↑↓ ↑ ↑
Lp ou Mp ou Np (portant 5 électrons) 2 doublets et 1 singlet	↑↓ ↑↓ ↑
Lp ou Mp ou Np (portant 6 électrons) 3 doublets	↑↓ ↑↓ ↑↓

2. التوزيع الإلكتروني: Cortège électronique

توزيع الإلكترونات في الذرة حسب $n + l$ المتزايد.

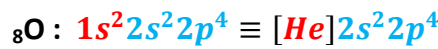
3. التشكيل الإلكتروني: Configuration électronique

إعادة توزيع الإلكترونات في الذرة حسب n المتزايد.

👉 ملاحظة:

- من أجل $Z \leq 18$ فإن التوزيع الإلكتروني هو نفسه التشكيل الإلكتروني.
- التوزيع الإلكتروني يسبق دائما التشكيل الإلكتروني.

مثال: أعط التوزيع و التشكيل الإلكتروني للعناصر التالية : $8O$; $17Cl$; $21Sc$; $26Fe$; $70Yb$; $83Bi$



التوزيع الإلكتروني هو نفسه التشكيل الإلكتروني لأن $Z \leq 18$

$_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1 \equiv [\text{Ar}] 4s^2 3d^1$: التوزيع الإلكتروني:

$_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2 \equiv [\text{Ar}] 3d^1 4s^2$: التشكيل الإلكتروني:

$_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6 \equiv [\text{Ar}] 4s^2 3d^6$: التوزيع الإلكتروني:

$_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 \equiv [\text{Ar}] 3d^6 4s^2$: التشكيل الإلكتروني:

$_{70}\text{Yb} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} \equiv [\text{Xe}] 6s^2 4f^{14}$: التوزيع الإلكتروني:

$_{70}\text{Yb} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 4f^{14} 6s^2 \equiv [\text{Xe}] 4f^{14} 6s^2$: التشكيل الإلكتروني:

التوزيع الإلكتروني:

$_{83}\text{Bi} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3 \equiv [\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$

التوزيع الإلكتروني:

$_{83}\text{Bi} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3 \equiv [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^3$

4. إلكترونات القلب وإلكترونات التكافؤ.

4.1. إلكترونات القلب: Les électrons de cœur

هي إلكترونات الغاز الخامل بالإضافة إلى إلكترونات المحطين d و f إذا كانا ممتلئين.

مثال: إلكترونات القلب للعناصر السابقة هي :

العناصر	$_{8}\text{O}$	$_{17}\text{Cl}$	$_{21}\text{Sc}$	$_{26}\text{Fe}$	$_{70}\text{Yb}$	$_{83}\text{Bi}$
إلكترونات القلب	He	$[Ne]$	$[Ar]$	$[Ar]$	$[Xe] 4f^{14}$	$[Xe] 4f^{14} 5d^{10}$

4.2. إلكترونات التكافؤ: Les électrons de Valence

هي إلكترونات المحطات الذرية التي تأتي بعد إلكترونات القلب والتي تساهم في التفاعلات الكيميائية والمسؤولة عن الروابط الكيميائية.

مثال: إلكترونات التكافؤ للعناصر السابقة هي :

العناصر	$_{8}\text{O}$	$_{17}\text{Cl}$	$_{21}\text{Sc}$	$_{26}\text{Fe}$	$_{70}\text{Yb}$	$_{83}\text{Bi}$
إلكترونات التكافؤ	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^5$	$3d^1 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$6s^2$	$6s^2 6p^3$

⚡ ملاحظة: إذا كان المحطان d, f ممتلئين أو نصف ممتلئين يكونان أكثر استقراراً.

5. التصنيف الدوري للعناصر: Classification périodique des éléments

يتم التصنيف الدوري الحالي (الجدول الدوري لماندليف) حسب تزايد الرقم الذري Z. يضم هذا الجدول 18 عموداً و7 خطوط.



Periodic Table of the Elements

Metals Metalloids Nonmetals

- * **العائلة (famille):** أو مجموعة كيميائية (*groupe chimique*) توافق العمود: عناصر نفس العمود تملك طبقات تكافؤ متشابهة. مثل المجموعة الكيميائية للأزوت بطبقة خارجية من الشكل ns^2np^3 (العمود 15، المجموعة الكيميائية V)
- * **الخط (ligne) أو الدور (période):** توافق قيمة مثبتة للعدد الكمي n لطبقة التكافؤ. مثل $n = 6$ الدور السادس.

Période	Famille																																															
	I		II												III	IV	V	VI	VII	VIII																												
1	1 H																	2 He																														
2	3 Li	4 Be																	10 Ne																													
3	11 Na	12 Mg																	18 Ar																													
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																														
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Tl	52 Te	53 I	54 Xe																														
6	55 Cs	56 Ba	La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn																														
7	87 Fr	88 Ra	Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo																														
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>57 La</td> <td>58 Ce</td> <td>59 Pr</td> <td>60 Nd</td> <td>61 Pm</td> <td>62 Sm</td> <td>63 Eu</td> <td>64 Gd</td> <td>65 Tb</td> <td>66 Dy</td> <td>67 Ho</td> <td>68 Er</td> <td>69 Tm</td> <td>70 Yb</td> <td>71 Lu</td> </tr> <tr> <td>89 Ac</td> <td>90 Th</td> <td>91 Pa</td> <td>92 U</td> <td>93 Np</td> <td>94 Pu</td> <td>95 Am</td> <td>96 Cm</td> <td>97 Bk</td> <td>98 Cf</td> <td>99 Es</td> <td>100 Fm</td> <td>101 Md</td> <td>102 No</td> <td>103 Lr</td> </tr> </tbody> </table>																			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu																																		
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																																		

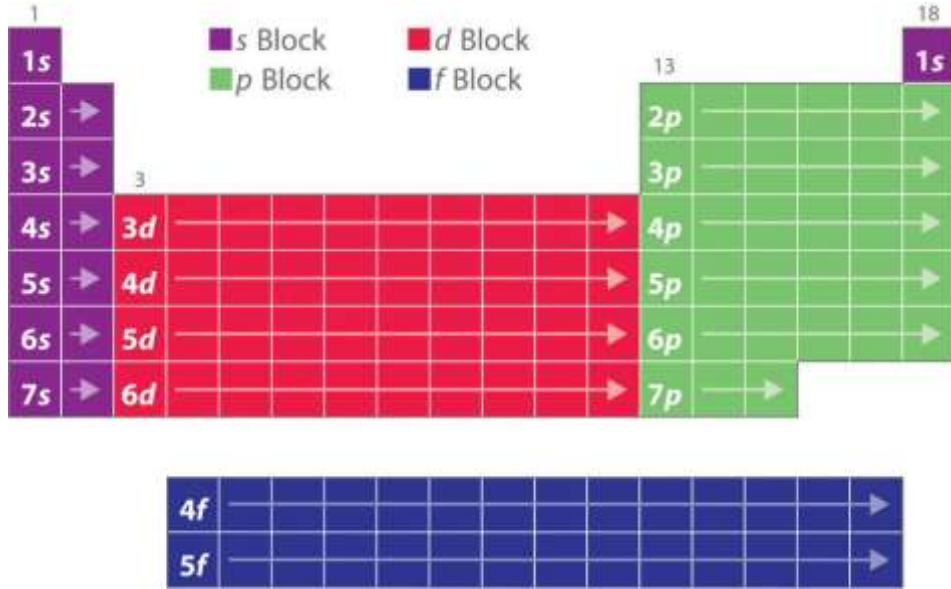
- يضم التصنيف الدوري اربعة أقسام (blocs):

القسم s

القسم p

القسم d

القسم f



* القسم s : يضم مجموعتين: ① عناصر طبقتها الخارجية من الشكل ns^1 مثل عناصر العمود I_A ، عائلة القلويات (alcalins) ، أحادية التكافؤ. ② عناصر طبقتها الخارجية من الشكل ns^2 مثل عناصر العمود II_A ، عائلة القلويات الأرضية (alcalinoterreux) ، ثنائية التكافؤ

Bloc P					
13	14	15	16	17	18
ns^2 np^1	ns^2 np^2	ns^2 np^3	ns^2 np^4	ns^2 np^5	ns^2 np^6
					${}_2\text{He}$
${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$
${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{17}\text{Cl}$	${}_{18}\text{Ar}$
${}_{31}\text{Ga}$	${}_{32}\text{Ge}$	${}_{33}\text{As}$	${}_{34}\text{Se}$	${}_{35}\text{Br}$	${}_{36}\text{Kr}$
${}_{49}\text{In}$	${}_{50}\text{Sn}$	${}_{51}\text{Sb}$	${}_{52}\text{Te}$	${}_{53}\text{I}$	${}_{54}\text{Xe}$
${}_{81}\text{Tl}$	${}_{82}\text{Pb}$	${}_{83}\text{Bi}$	${}_{84}\text{Po}$	${}_{85}\text{At}$	${}_{86}\text{Rn}$

	1	2
= 1	H	
= 2	Li	Be
= 3	s^1	Mg
= 4	Métaux Alcalins	s^2
= 5		
= 6		
= 7	Métaux Alcalino-terreux	

القسم p

القسم s

* القسم p: بعد ملاء المحط s وتكوين عائلتين نشرع في ملاء المحط p والذي يمكن أن يتشعب بستة إلكترونات، نتوقع تكوين

ست عائلات. طبقتها الخارجية من الشكل ns^2np^i $i = 1 \rightarrow 6$

* القسم d: (الاعمدة 12 \rightarrow 3) طبقتها الخارجية من الشكل $ns^2(n-1)d^i$; $1 \leq i \leq 10, n \geq 4$

يبدأ ملاء المحط 3d لما يصبح المحط 4s مشبعا على شكل $4s^2$. هناك ثلاث سلاسل للعناصر الانتقالية: $3d^i$; $4d^i$; $5d^i$

السلسلة		Z	العناصر
السلسلة الاولى	3d	21 → 30	Sc → Zn
السلسلة الثانية	4d	39 → 48	Y → Cd
السلسلة الثالثة	5d	57 → 80	La → Hg

* القسم f : يضم العناصر الانتقالية الداخلية، طبقتها الخارجية من الشكل

$$ns^2(n-1)d^1(n-2)f^i; 1 \leq i \leq 14, n \geq 6$$

44,956	47,867	50,942	51,996	54,938	55,845	58,933	58,693	63,546	65,39
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
88,906	91,224	92,906	95,94	98,906	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
138,91	178,49	180,95	183,84	186,21	190,23	192,22	195,08	196,97	200,59
57	72	73	74	75	76	77	78	79	80

4f (مجموعة: Lanthanides)، 5f (مجموعة: Actinides)

لما المحط 6s يشبع على شكل 6s² تظهر المحطات 4f والتي تملأ قبل 5d (قاعدة Kletchkovski). عنصر Lanthane

(Z = 57) على شكل [Xe]5d¹6s² وليس على شكل [Xe]4f¹6s² المنتظر. العناصر الأربعة عشر التالية: 58Ce → 71Lu

الموافقة لامتلاء المحطات 4f : 4fⁱ5d¹6s² تكون مجموعة Lanthanides.

العناصر الأربعة عشر التالية: 90Th → 103Lr (الدور السابع)، الموافقة لامتلاء المحطات 5f : 5fⁱ6d¹7s² تكون مجموعة

Actinides. نشير أن العناصر الاصطناعية تبدأ من العنصر 93Np.

توضع مجموعتا Lanthanide و Actinide في المجموعة الكيميائية III_B.

89 Ac Actinide	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium
94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium
99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium

مجموعة Actinide

57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium
62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium
67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium

مجموعة Lanthanide

6. تسمية المجموعات الكيميائية

يضم الجدول الدوري 18 مجموعة كيميائية، 8 مجموعات برمز (A) و 10 مجموعات برمز (B).

- المجموعات الكيميائية (A) والتي تدعى الاساسية ترقيم من $VIII_A \rightarrow I_A$ ، رقم المجموعة الكيميائية يوافق عدد الكتلونات التكافؤ. $Li: [He]2s^1 (I_A)$; $O: [He]2s^2p^4 (VI_A)$
- المجموعات الكيميائية (B) تقع بين II_A و III_A . من العمود 3 الى غاية العمود 7 رقم المجموعة الكيميائية يوافق عدد الكتلونات التكافؤ.

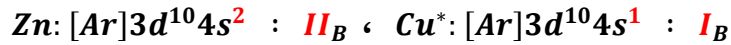
العنصر	^{21}Sc	^{22}Ti	^{23}V	$^{24}Cr^*$	^{25}Mn
طبقة التكافؤ	$3d^14s^2$	$3d^24s^2$	$3d^34s^2$	$3d^54s^1$	$3d^54s^2$
اسم المجموعة الكيميائية	III_B	IV_B	V_B	VI_B	VII_B

$^{24}Cr^*$ عنصر شاذ (لا يحترم قاعدة Kletchkovski): التشكيل الالكتروني المنتظر $[Ar] 3d^44s^2$ ، التشكيل الالكتروني الحقيقي $[Ar] 3d^54s^1$

- من العمود 8 الى غاية العمود 10، توجد مجموعة خاصة ترقم $VIII_B$ ، تدعى الثلاثية (les triades)، تضم هذه المجموعة تسعة عناصر لها نفس الخصائص الكيميائية.

العمود 8	العمود 9	العمود 10
^{26}Fe	^{27}Co	^{28}Ni
^{44}Ru	^{45}Rh	^{46}Pd
^{76}Os	^{77}Ir	^{78}Pt

- من العمود 11 الى غاية العمود 12 تظهر مجموعتان: I_B و II_B ، رقم المجموعتين الكيميائيتين يوافق عدد الكتلونات التكافؤ.



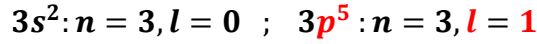
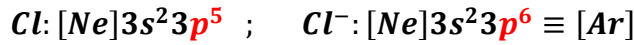
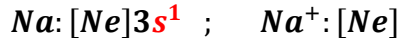
$^{29}Cu^*$ عنصر شاذ (لا يحترم قاعدة Kletchkovski): التشكيل الالكتروني المنتظر $[Ar] 3d^94s^2$ ، التشكيل الالكتروني الحقيقي $[Ar] 3d^{10}4s^1$

- عناصر القسم f توضع كلها في المجموعة الكيميائية III_B

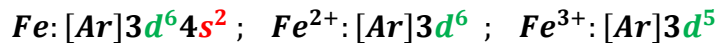
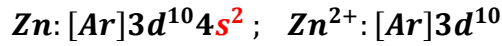
		Numérotation américaine																	
		IA, IIA												IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, VIIIA					
n=1		H																	He
n=2		Li	Be																Ne
n=3		Na	Mg																Ar
n=4		K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
n=5		Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
n=6		Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
n=7		Fr	Ra	Ac															

7. تأين الذرات: Ionisation des atomes

- بالنسبة للذرات **غير العناصر الانتقالية**، يخص التأين محطات التكافؤ التي يكون فيها للعدد n, l قيمة أكبر. **مثال:**



- بالنسبة للذرات **العناصر الانتقالية**، يخص التأين **أولا** المحط s ثم **ثانيا** المحط d اذا كان ذلك ممكنا **مثال:**



✚ ملاحظة مهمة: **تعيين الدور، المجموعة الكيميائية، المحطات الذرية المعنية بالتأين يكون دائما من التشكيل الالكتروني.**

8. قاعدة Sanderson

- اذا كان المحط الذري للتكافؤ لعنصر ما من الشكل $ns^x np^y$ ، يكون هذا العنصر معدنا اذا كان $x + y \leq n$

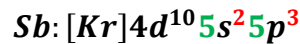


Robert Sanderson
Mulliken
1896 - 1986



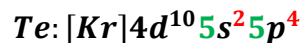
		non-métaux																	
1	H																	He	
2	Li	Be	métaux										B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uuu	Uuu	
		* lanthanides		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		** actinides		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Sb (Z = 51) مثال:



يعتبر العنصر معدنا، لان $2 + 3 = 5$

Te (Z = 52) مثال:



لا يعتبر العنصر معدنا، لان $2 + 4 > 5$

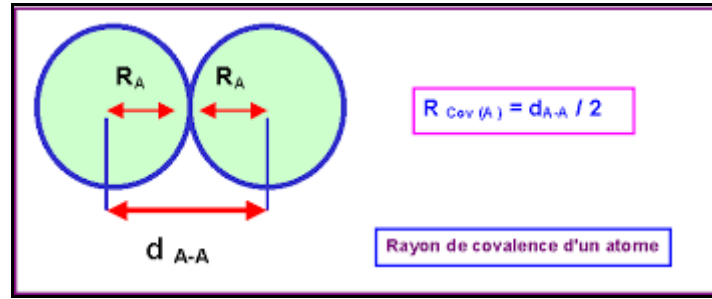
- * هناك شذوذ لهذه القاعدة : الهيدروجين ($Z = 1, 1s^1$) و جرمانيوم $[Ar]3d^{10}4s^24p^2$ ، العنصران يحققان القاعدة ولكن كل واحد منهما ليس بمعدن.
- عناصر مجموعتي Lanthanides و Actinides تصنف معادنا.

9. تطور ودورية الخصائص الفيزيائية - الكيميائية داخل التصنيف الدوري

نستنتج دورية في الصفات، تماثل بين العناصر في نفس العمود وتطور منتظم على طول الخط أو على طول العمود. نلاحظ أن إلكترونات المحطات الذرية $(n-1)d, (n-2)f$ تعدل بقليل الخصائص المرتبطة بالطبقة الخارجية n . العناصر التي تنتمي إلى نفس السلسلة الانتقالية $3d^4 4^2$ مثلا لها خصائص متجاورة.

1.9 نصف القطر الذري: r_a

الذرة مكونة معظمها من فراغ ليس لها مساحة وبالتالي حجم معرف. حجم ذرة معزولة ومنه نصف قطرها r مفهوم خال من أي معنى فيزيائي، لكن التجربة تبين أن الذرات تتصرف فيما بينها على أنها كرات مترابطة، مما أدى إلى منح عدة أنصاف أقطار تكافؤية لنفس الذرة. فنصف قطر الصوديوم في الحالة الغازية يختلف عن نصف القطر الصوديوم في الحالة الصلبة.



* تغير نصف القطر الذري r مع الرقم الذري Z :

- في العمود r هو دالة متزايدة للعدد الكمي الاساسي n
- في الدور و من أجل n مثبت r هو دالة متناقصة للعدد الذري Z



✚ **ملاحظة:** هذا الشكل يبين لنا ان هناك فرق مهم في قيمة نصف القطر الذري بين نصف القطر الذري لآخر عنصر في كل دور

(He, Li) ; (Ne, Na) (Ar, K) فمثلا الثنائيات

2.9 نصف القطر الأيوني: r_i

- الشاردة الموجبة (Cation): نصف قطرها الأيوني دائما أقل من نصف القطر الذري للذرة الموافقة، ضياع إلكترون يصاحبه

تناقص في فعل الحجب وزيادة جذب النواة للإلكترونات الأخرى.

$$r_i(A^+) < r_a(A)$$

مثال :

$$Al(Z = 13): r_a(Al) = 1,43 \text{ \AA}; \quad r_i(Al^{3+}) = 0,50 \text{ \AA}$$

نحسب الشحنة الفعلية للإلكترون i للمحط $3p$ للذرة Al

$$Al: \underbrace{1s^2}_{n-2} \underbrace{2s^2 2p^6}_{n-1} \underbrace{3s^2 3p^1}_n$$

$$\underbrace{1s^2}_{2 \times 1.00} \underbrace{2s^2 2p^6}_{8 \times 0.85} \underbrace{3s^2}_{2 \times 0.35}$$

$$\sum_{j \neq i} \sigma_j = 2 \times 1.00 + 8 \times 0.85 + 2 \times 0.35 = 9.5$$

$$Z_{eff}(i) = Z - \sum_{j \neq i} \sigma_j = 13 - 9.5 = 3.5$$

نحسب الشحنة الفعلية للإلكترون i للمحط $3p$ للشاردة Al^{3+}

$$Al^{3+}: \underbrace{1s^2}_{n-1} \underbrace{2s^2 2p^{5+i}}_n$$

$$\underbrace{1s^2}_{2 \times 0.85} \underbrace{2s^2 2p^5}_{7 \times 0.35}$$

$$\sum_{j \neq i} \sigma_j = 2 \times 0.85 + 7 \times 0.35 = 4.15$$

$$Z_{eff}(i) = Z - \sum_{j \neq i} \sigma_j = 13 - 4.15 = 8.85$$

$$Z_{eff}(Al^{3+}) > Z_{eff}(Al) \Rightarrow r_{iAl^{3+}} < r_{aAl}$$

- الشاردة السالبة (Anion): نصف قطرها الايوني أكبر من نصف القطر الذري للذرة الموافقة. اكتساب إلكترون يصاحبه

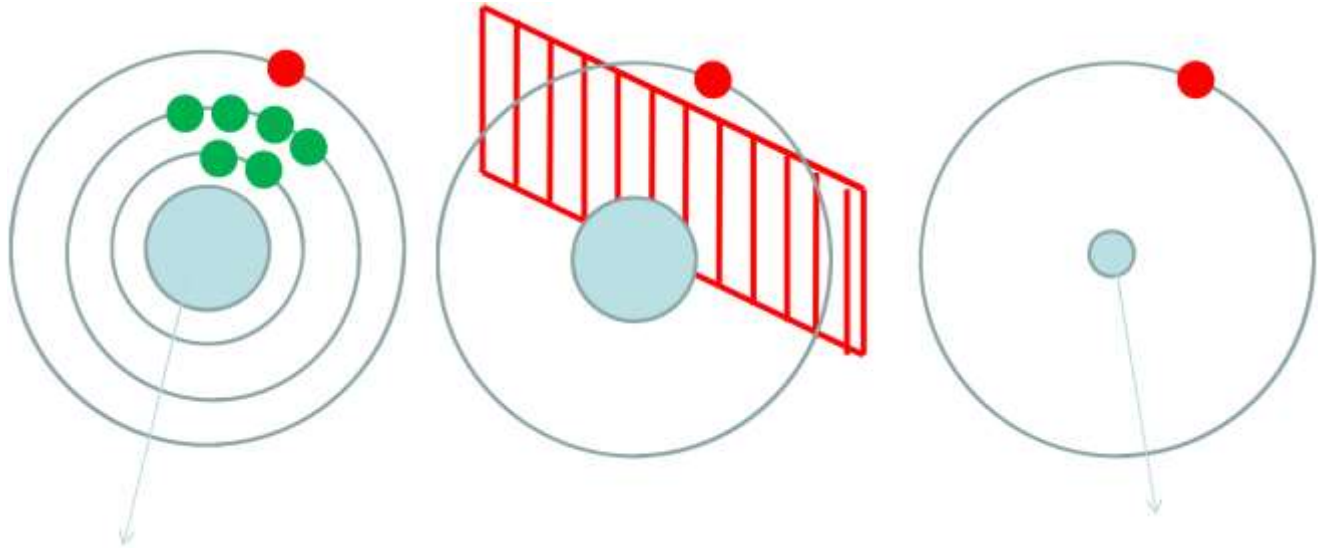
تزايد في فعل الحجب ونقصان جذب النواة للإلكترونات الأخرى.

$$r_i(A^-) > r_a(A)$$

مثال :

$$Al(Z = 13): r_a(N) = 0.92 \text{ \AA}; \quad r_i(N^{3-}) = 1.71 \text{ \AA}$$

نحسب الشحنة الفعلية للإلكترون i للمحط $2p$ للذرة N



نواة رقمها الذري Z

حجاب بين الالكترتون و النواة : فعل الحجب

نواة وهمية رقمها الذري
 $Z_{eff} = Z - \sigma$

$$N : \underbrace{1s^2}_{n-1} \underbrace{2s^2 2p^2}_{n} \dots$$

$$\underbrace{1s^2}_{2 \times 0.85} \underbrace{2s^2 2p^2}_{4 \times 0.35}$$

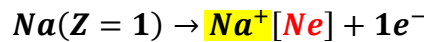
$$\sum_{j \neq i} \sigma_j = 2 \times 0.85 + 4 \times 0.35 = 3.1$$

$$Z_{eff}(i) = Z - \sum_{j \neq i} \sigma_j = 7 - 3.1 = 4.1$$

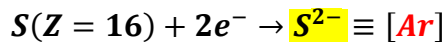
$$Z_{eff}(N^{3-}) > Z_{eff}(N) \Rightarrow r_i(N^{3-}) > r_a(N)$$

3.9 الأيون الأكثر استقرارا لكل عنصر

- عناصر القسم s, p: العناصر التي تملك 1, 2, 3 إلكترونات في الطبقة الخارجية لطبقة التكافؤ (الأعمدة 1, 2, 13) لها استعداد لفقدتها وإعطاء أيون موجب له نفس البنية الإلكترونية لأقرب غاز خامل لها.



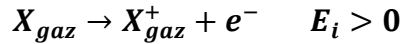
- العناصر التي تملك 5, 6, 7 إلكترونات في الطبقة الخارجية لطبقة التكافؤ (الأعمدة 15, 16, 17) لها استعداد لاكتساب على التوالي ($1e^-$, $2e^-$, $3e^-$) وإعطاء أيون سالب له نفس البنية الإلكترونية للغاز الخامل الموالي.



- عناصر العمود 14 التي تملك أربعة إلكترونات في طبقة التكافؤ ليس لها استعداد لإعطاء أيونات، مثال على ذلك ذرة الكربون.
- الغازات الخاملة مستقرة جدا، طبقة تكافؤها مشبعة بثمانية إلكترونات تعطي بصعوبة أيونات موجبة.
- عناصر القسم d: هذه العناصر لها استعداد لإعطاء أيونات موجبة بفقدتها إلكترونات المحط s وعند الاقتضاء إلكترون أو عدة إلكترونات المحط d، تملك غالبا عدة أيونات مستقرة مثل: Fe^{2+} ; Fe^{3+}

10. طاقة التأين

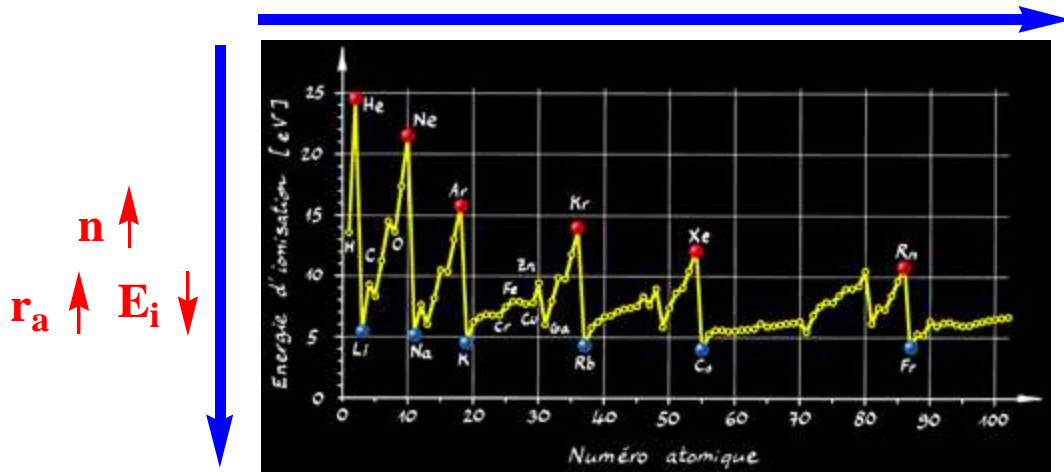
* طاقة التأين الأولى: هي الطاقة اللازم منحها للذرة في حالة الغاز لانتزاع إلكترون منها.



1.10 تطور طاقة التأين في الدور وفي العمود

تتغير طاقة التأين الأولى عكس تغير نصف القطر الذري في الدور وفي العمود.

$Z \uparrow$ $r_a \downarrow$ $E_i \uparrow$



- في العمود E_i هي دالة متناقصة للعدد الكمي الاساسي n

- في الدور ومن أجل n مثبت E_i هي دالة متزايدة للعدد الذري Z

⚡ **ملاحظة:** هذا الشكل يبين لنا ان هناك فرق مهم في قيمة طاقة التأين (انخفاض شديد) بين طاقة التأين لآخر عنصر في كل

دور (العنصر هو غاز خامل، العمود 18، والعنصر الذي يبدأ كل دور. فمثلا الثنائيات (He, Li) ; (Ne, Na) (Ar, K))

* طاقات التأين المتتالية:

طاقات التأين المتتالية تزداد بسرعة.

$X \rightarrow X^+ + e^- \quad EI_1$ طاقة التأين الاولى :

$X^+ \rightarrow X^{2+} + e^- \quad EI_2$ طاقة التأين الثانية:

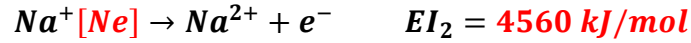
$X^{2+} \rightarrow X^{3+} + e^- \quad EI_3$ طاقة التأين الثالثة:

$X^{(z-)+} \rightarrow X^{z+} + e^- \quad EI_z$ طاقة التأين عند z مرة

TABLE 7.2 Successive Values of Ionization Energies, I , for the Elements Sodium Through Argon (kJ/mol)

Element	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
Na	496	4560					
Mg	738	1450	7730				(Inner-shell electrons)
Al	578	1820	2750	11,600			
Si	786	1580	3230	4360	16,100		
P	1012	1900	2910	4960	6270	22,200	
S	1000	2250	3360	4560	7010	8500	27,100
Cl	1251	2300	3820	5160	6540	9460	11,000
Ar	1521	2670	3930	5770	7240	8780	12,000

⚡ **ملاحظة:** في حالة ذرة الصوديوم مثلا ، الفرق الكبير بين طاقة التأين الاولى وطاقة التأين الثانية ، يرجع الى ان في حالة طاقة التأين الثانية، تم انتزاع الكترون من بنية مستقرة جدا وهي بنية غاز حامل Ne

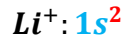


2.10 حساب طاقة التأين بقواعد Slater

مثال 1: حساب طاقة التأين الاولى لذرة Li ($Z = 3$)



$$EI_1 = E(Li^+) - E(Li)$$



$$E_{n,l} = -13,6 \frac{Z_{eff}^2}{n^2}$$

$$E_{n,l}(Li) = 2E_{1s}(Li) + 1E_{2s}(Li)$$

$$E(Li^+) = 2E_{1s}(Li^+)$$

$$EI_1 = E(Li^+) - E(Li) = 2E_{1s}(Li^+) - (2E_{1s}(Li) + 1E_{2s}(Li))$$

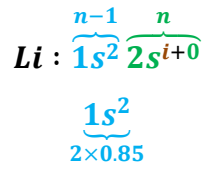
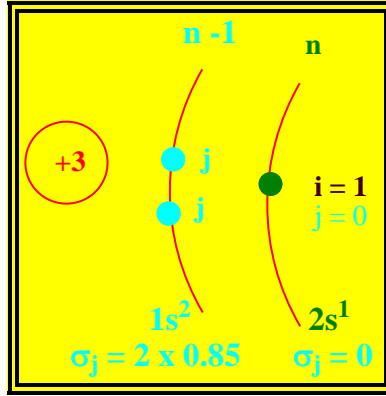
$$EI_1 = E(Li^+) - E(Li) = 2E_{1s}(Li^+) - 2E_{1s}(Li) - 1E_{2s}(Li)$$

$$2E_{1s}(Li^+) - 2E_{1s}(Li) = 0$$

$$Z_{eff}(1s, Li) = E_{eff}(1s, Li^+)$$

لان

$$EI_1 = E(Li^+) - E(Li) = -1E_{2s}(Li) = -\left(-13,6 \frac{Z_{eff}^2(2s)}{2^2}\right)$$



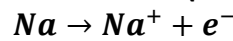
$$\sum_{j \neq i} \sigma_j = 2 \times 0.85 = 1.7$$

$$Z_{eff}(i) = Z - \sum_{j \neq i} \sigma_j = 3 - 1.7 = 1.3$$

$$EI_1 = -\left(-13,6 \frac{1.3^2}{2^2}\right) = 5.7 \text{ ev}$$

* طاقة التأين الأولى التجريبية لذرة الليثيوم تساوي 5.4 ev

مثال 2: حساب طاقة التأين الأولى لذرة الصوديوم (Na (Z = 11))



$$EI_1 = E(Na^+) - E(Na)$$



$$E(Na) = 2E_{1s}(Na) + 8E_{2s,2p}(Na) + 1E_{3s}(Na)$$

$$E(Na^+) = 2E_{1s}(Na^+) + 8E_{2s,2p}(Na^+)$$

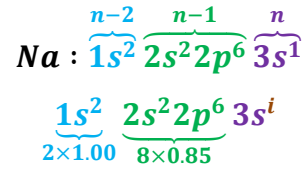
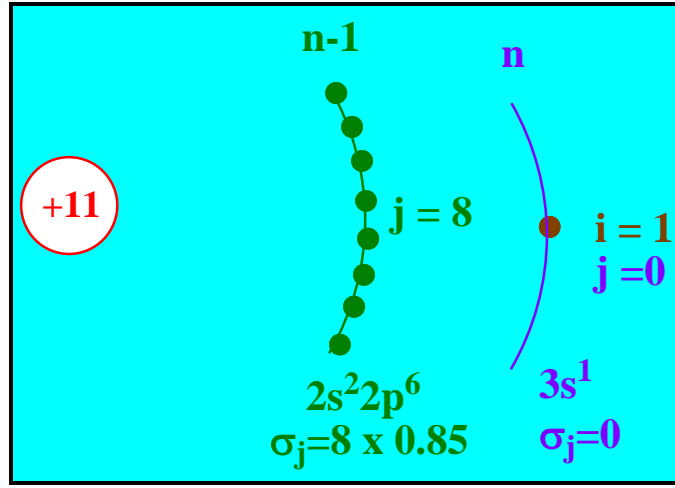
$$EI_1 = E(Na^+) - E(Na)$$

$$EI_1 = 2E_{1s}(Na^+) + 8E_{2s,2p}(Na^+) - (2E_{1s}(Na) + 8E_{2s,2p}(Na) + 1E_{3s}(Na))$$

$$EI_1 = 2E_{1s}(Na^+) + 8E_{2s,2p}(Na^+) - 2E_{1s}(Na) - 8E_{2s,2p}(Na) - 1E_{3s}(Na)$$

$$2E_{1s}(Na) + 8E_{2s,2p}(Na) - 2E_{1s}(Na^+) - 8E_{2s,2p}(Na^+) = 0$$

$$EI_1 = -1E_{3s}(Na) = -\left(-13,6 \frac{Z_{eff}^2(3s)}{3^2}\right)$$



$$\sum_{j \neq i} \sigma_j = 2 \times 1.00 + 8 \times 0.85 = 8.8$$

$$Z_{eff}(i) = Z - \sum_{j \neq i} \sigma_j = 11 - 8.8 = 2.2$$

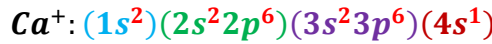
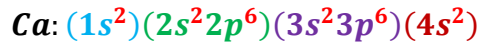
$$EI_1 = - \left(-13.6 \frac{(2.2)^2}{3^2} \right) = 7.3 \text{ eV}$$

* طاقة التأين الأولى التجريبية لذرة الصوديوم تساوي 5.1 eV

مثال 3: حساب طاقة التأين الأولى لذرة الكالسيوم (Ca (Z = 20)



$$EI_1 = E(Ca^+) - E(Ca)$$



$$E(Ca) = 2E_{1s}(Ca) + 8E_{2s,2p}(Ca) + 8E_{3s,3p}(Ca) + 2E_{4s}(Ca)$$

$$E(Ca^+) = 2E_{1s}(Ca) + 8E_{2s,2p}(Ca^+) + 8E_{3s,3p}(Ca^+) + 1E_{4s}(Ca^+)$$

$$EI_1 = E(Ca^+) - E(Ca)$$

$$EI_1 = 2E_{1s}(Ca) + 8E_{2s,2p}(Ca^+) + 8E_{3s,3p}(Ca^+) + 1E_{4s}(Ca^+) - \left(2E_{1s}(Ca) + 8E_{2s,2p}(Ca) + 8E_{3s,3p}(Ca) + 2E_{4s}(Ca) \right)$$

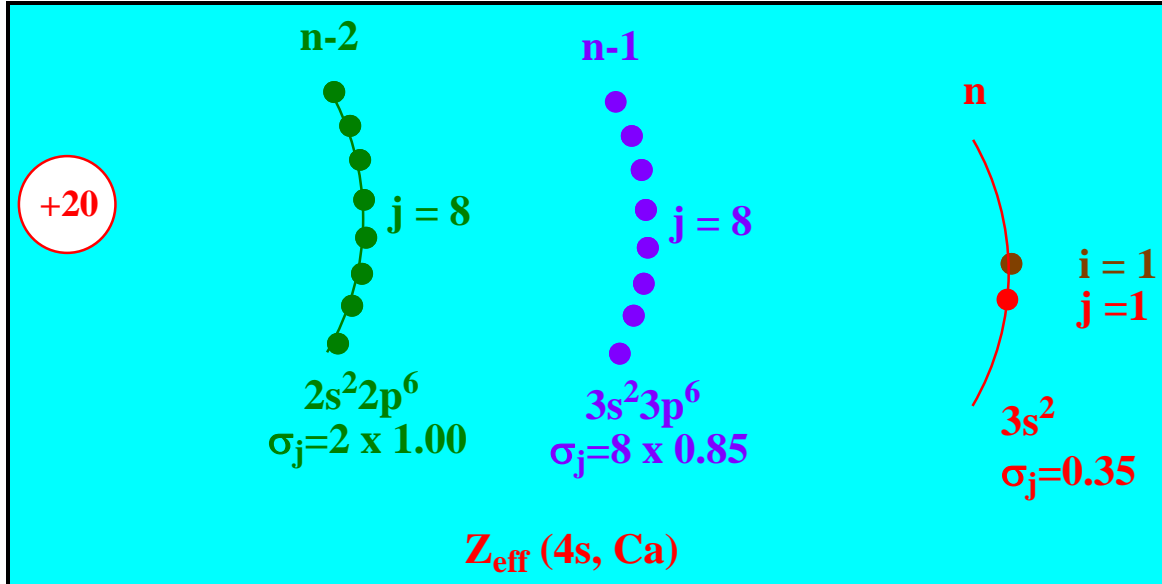
$$EI_1 = 2E_{1s}(Ca) + 8E_{2s,2p}(Ca^+) + 8E_{3s,3p}(Ca^+) + 1E_{4s}(Ca^+) - 2E_{1s}(Ca) - 8E_{2s,2p}(Ca) - 8E_{3s,3p}(Ca) - 2E_{4s}(Ca)$$

$$EI_1 = 8E_{2s,2p}(Ca^+) + 8E_{3s,3p}(Ca^+) + 1E_{4s}(Ca^+) - 8E_{2s,2p}(Ca) - 8E_{3s,3p}(Ca) - 2E_{4s}(Ca)$$

$$2E_{1s}(Ca) + 8E_{2s,2p}(Ca^+) + 8E_{3s,3p}(Ca^+) - 2E_{1s}(Ca) - 8E_{2s,2p}(Ca) - 8E_{3s,3p}(Ca) = 0$$

$$EI_1 = 1E_{4s}(Ca^+) - 2E_{4s}(Ca) = 1 \times \left(-13,6 \frac{Z_{eff}^2(4s, Ca^+)}{4^2} \right) - 2 \times \left(-13,6 \frac{Z_{eff}^2(4s, Ca)}{4^2} \right)$$

حساب الشحنة الفعلية للإلكترون للمحط 4s لذرة Ca



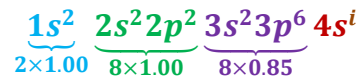
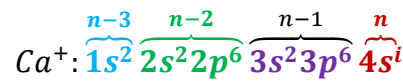
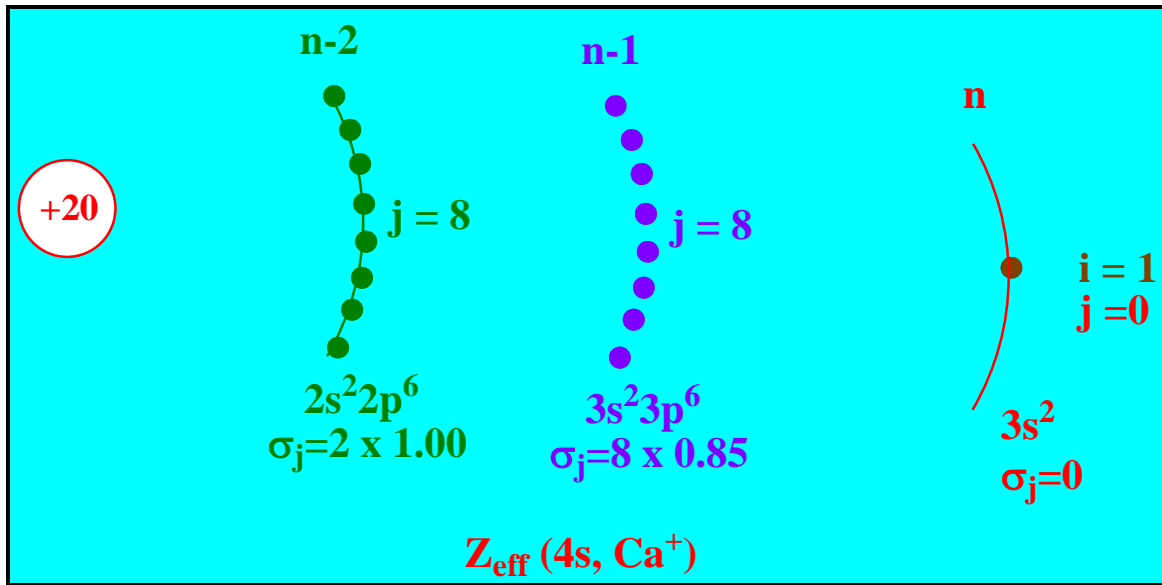
$$Ca: \underbrace{1s^2}_{n-3} \underbrace{2s^2 2p^6}_{n-2} \underbrace{3s^2 3p^6}_{n-1} \underbrace{4s^{i+1}}_n$$

$$\underbrace{1s^2}_{2 \times 1.00} \underbrace{2s^2 2p^2}_{8 \times 1.00} \underbrace{3s^2 3p^6}_{8 \times 0.85} \underbrace{4s^{i+1}}_{0.35}$$

$$\sum_{j \neq i} \sigma_j = 2 \times 1.00 + 8 \times 1.00 + 8 \times 0.85 + 0.35 = 17.15$$

$$Z_{eff}(i) = Z - \sum_{j \neq i} \sigma_j = 20 - 17.15 = 2.85$$

حساب الشحنة الفعلية للإلكترون للمحط 4s للأيون Ca⁺



$$\sum_{j \neq i} \sigma_j = 2 \times 1.00 + 8 \times 1.00 + 8 \times 0.85 = 16.8$$

$$Z_{eff}(i) = Z - \sum_{j \neq i} \sigma_j = 20 - 16.8 = 3.2$$

$$EI_1 = 1E_{4s}(Ca^+) - 2E_{4s}(Ca) = 1 \times \left(-13,6 \frac{(3.2)^2}{4^2} \right) - 2 \times \left(-13,6 \frac{(2.85)^2}{4^2} \right) = 5.1 \text{ ev}$$

* طاقة التأين الأولى التجريبية لذرة الكالسيوم تساوي 6.1 ev

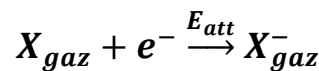
⚡ ملاحظة: لتحسين التوافق بين القيم التجريبية و القيم المحسوبة، ادخل Slater عددا كيميا ظاهريا n' . التغيرات التي

طرأت على n مرتبطة بتشابك المستويات ابتداء من $n = 4$

11. طاقة التثبيت الالكتروني و الألفة الإلكترونية

1.11 طاقة التثبيت الالكتروني: (fixation) Energie d'attachement

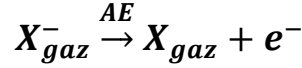
الطاقة المحررة لتفاعل ضبط (اصطياد) إلكترون من قبل ذرة في حالة غاز.



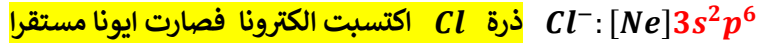
عموما $E_{att} < 0$

2.11 الألفة الإلكترونية (AE): Affinité électronique

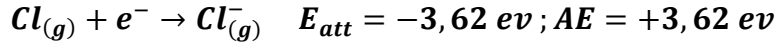
الطاقة اللازمة لانتزاع الكترون من الأيون X^- (تأين الأيون)، هذه الطاقة عكس طاقة التثبيت الالكتروني



- اذا كانت $AE > 0$ ← الايون مستقر جدا (طبقة التكافؤ اصبحت مشبعة) :



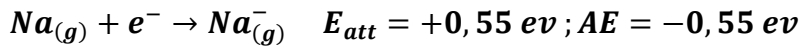
في الترموديناميك اصطلاحا إشارة طاقة محررة تحسب سلبا. ذرات الهالوجينات مثلا طبقتها الخارجية من الشكل ns^2np^5 تضبط تلقائيا إلكترونات للوصول إلى بنية مستقرة غاز حامل من الشكل ns^2np^6 ، التفاعل ناشر للحرارة (طاقة التثبيت الالكتروني المحررة سالبة) وألفتها الإلكترونية موجبة.



- اذا كانت $AE > 0$ ← الايون غير مستقر (الذرة المتعادلة ابتداء لها طبقة تكافؤ مشبعة)



اي عنصر قلوي طبقتة الخارجية من الشكل ns^1 ليس له استعدادا لاصطياد إلكترون، التفاعل ليس تلقائيا يتطلب طاقة (تفاعل ماص للحرارة) طاقة التثبيت الالكتروني موجبة و الألفة الإلكترونية إذن سالبة.



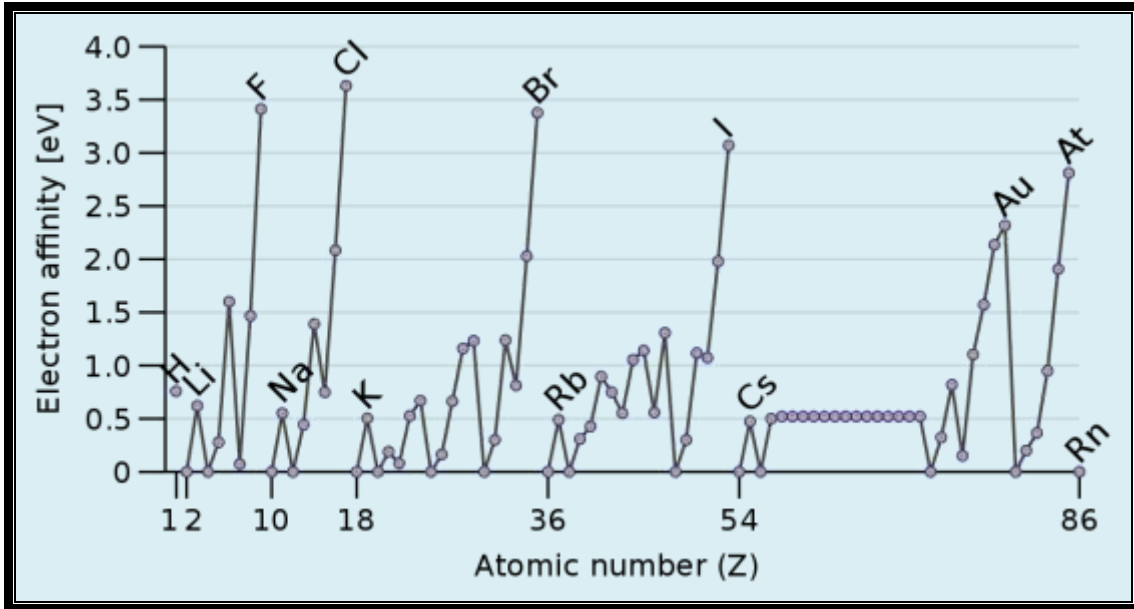
- نشير ان تحديد الألفة الإلكترونية صعب تجريبيا و أن هناك عدة شذوذ
- * عناصر القلوية الأرضية (العمود 2)، الغازات الخاملة (العمود 18) و الازوت (العمود 15) تعطي ايونات غير مستقرة لان $(AE = 0)$.
- * الهالوجينات (العمود 17) و عناصر العمود 16 تعطي ايونات مستقرة جدا.

H	Valeurs en eV mesurées ou calculées						He
0,75	2	13	14	15	16	17	0,0
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
0,62	0,0	0,28	1,26	0,0	1,46	3,40	0,0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
0,55	0,0	0,44	1,39	0,75	2,08	3,62	0,0
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
0,50	0,0	0,30	1,23	0,81	2,02	3,37	0,0
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
0,49	0,0	0,30	1,11	1,07	1,97	3,08	0,0

قيم الألفة الالكترونية بوحدة ev

3.11 تطور الألفة الإلكترونية في التصنيف الدوري:

تطور الألفة الإلكترونية في التصنيف الدوري يصعب تفسيره ولكن عموما تزداد من اليسار نحو اليمين.



Linus Pauling
1901 - 1994



12. الكهروسالبية: Electronégativité

تترجم قدرة عنصر على اجتذاب الإلكترونات في ثنائية رابطة. عنصر جاذب يدعى كهر وسالبي ويملك قيمة للكهروسالبية

(يرمز لها **en** او χ) مرتفعة وعنصر مانح يدعى كهر وإيجابي وله قيمة **en** ضعيفة.

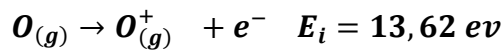
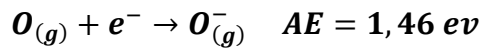
* سلم Mulliken

$$en = \frac{1}{2}(E_i + AE)$$

لكي يعطي سلم Mulliken قيما من نفس رتبة مقادير سلم Pauling ، استبدل المعامل $\frac{1}{2}$ بشكل اعتباطي الى **0.21**:

$$en = 0.21(E_i + AE)$$

مثال:

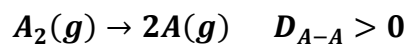


$$en = 0.21 \times (E_i + AE) = 0.21 \times (1,46 + 13,62) = 3,17 \text{ ev}$$

* سلم Pauling

هذا السلم يؤدي بنا إلى تعريف مفهوم طاقة تفكك الرابطة : الطاقة اللازم منحها للجزيء الغازي لتفكيكه إلى ذرات غازية.

طاقة التفكك (D : Energie de dissociation)



$$|\chi_A - \chi_B| = k \sqrt{D_{A-B} - \sqrt{D_{A-A} \times D_{B-B}}}$$

k = 1 إذا كانت وحدة طاقة التفكك بوحدة ev/atm

$$|\chi_A - \chi_B| = \sqrt{D_{A-B} - \sqrt{D_{A-A} \times D_{B-B}}}$$

أرفق Pauling قيمة مرجعية للكهروسالبية لعنصر الفلور F (العنصر الأكثر كهروسالبية في التصنيف الدوري) القيمة $\chi_F = 4$ لكن حالياً القيمة المرجعية ترفق لعنصر الهيدروجين $\chi_H = 2.2$. عنصر Fr (Z = 87) هو الأقل كهروسالبية في التصنيف الدوري $\chi_{Fr} = 0.7$

نعلم ان: $1\text{ev} = 96,49 \text{ kJ/mol} = 23,08 \text{ kcal/mol}$

ومنه:

إذا كانت وحدة طاقة التفكك بوحدة kJ/mol $k = \frac{1}{\sqrt{96,49}} = 0.102$

$$|\chi_A - \chi_B| = 0.102 \sqrt{D_{A-B} - \sqrt{D_{A-A} \times D_{B-B}}}$$

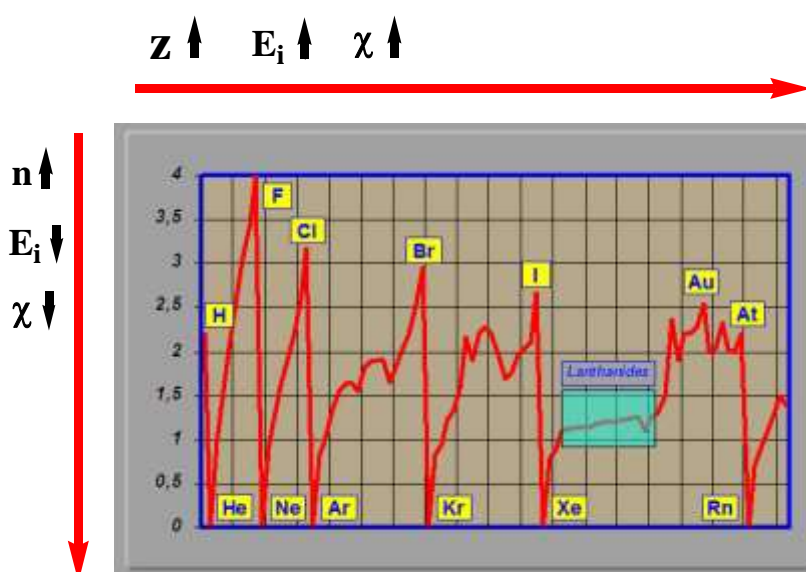
وكذلك:

إذا كانت وحدة طاقة التفكك بوحدة kcal/mol $k = \frac{1}{\sqrt{23,08}} = 0.208$

$$|\chi_A - \chi_B| = 0.208 \sqrt{D_{A-B} - \sqrt{D_{A-A} \times D_{B-B}}}$$

1.12 الكهروسالبية في التصنيف الدوري:

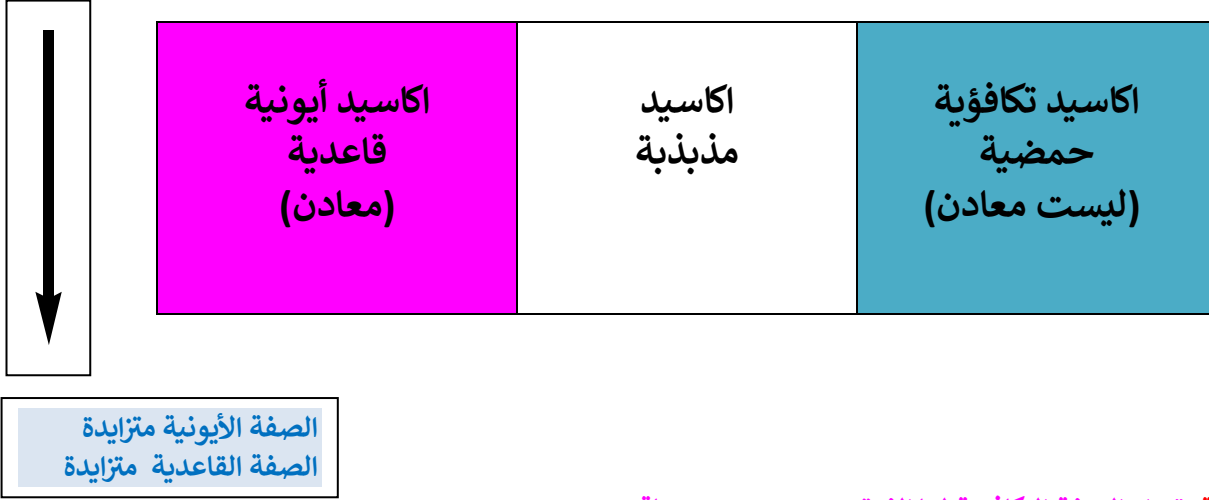
تتطور الكهروسالبية في التصنيف الدوري كما تتطور طاقة التأين.



13. تطور الخصائص الكيميائية في الجدول الدوري

- * التكافؤية (valence) طبيعة الروابط : تكافؤ عنصر هو بالتعريف عدد الإلكترونات العازية التي يملكها العنصر و المسؤولة على تشكيل الروابط.
- الصفة الحمضية – القاعدية للأكاسيد في التصنيف الدوري

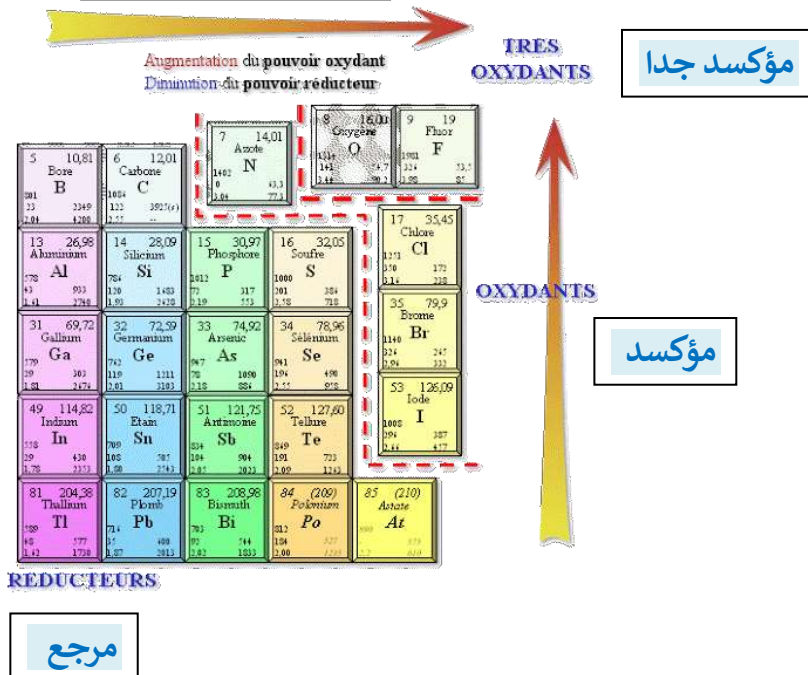
الصفة التكافؤية متزايدة
الصفة الحمضية متزايدة



⚡ ملاحظة: تزداد الصفة التكافؤية لما الفرق $\chi_A - \chi_B$ يتناقص

- * الصفة المؤكسدة والمرجعة : الصفة المؤكسدة مرتبطة باكتساب إلكترونات فمن المنطقي استنباط تطور مماثل للكهروسالبية. تزداد الصفة المؤكسدة مع الكهروسالبية.

زيادة في القوة المؤكسدة
تناقص في القوة المرجعة



تمارين تطبيقية

التمرين الاول

اعط التشكيل الإلكتروني، الكترونات القلب، الكترونات التكافؤ، المجموعة الكيميائية، الدور للعناصر التالية: ${}_{73}\text{Ta}$, ${}_{52}\text{Te}$, ${}_{85}\text{At}$
هل هذه العناصر معادن حسب قاعدة Sanderson

الحل:

معدن	الدور	المجموعة الكيميائية	الكترونات التكافؤ	الكترونات القلب	التشكيل الإلكتروني
لا	5	VIA	$5s^2 5p^4$	$[\text{Kr}] 4d^{10}$	$[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^4$
نعم	6	VB	$5d^3 6s^2$	$[\text{Xe}] 4f^{14}$	$[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^3 6s^2$
لا	6	VIIA	$6s^2 6p^5$	$[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10}$	$[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^5$

التمرين الثاني

طاقات التأين الأولى والثانية للعناصر ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{12}\text{Mg}$ مدونة في الجدول التالي:

	Ne	Na	Mg
الطاقة التأين الأولى (kJ/mol)	2081	496	738
الطاقة التأين الثانية	3952	4562	1451

- * نلاحظ أن طاقة التأين الأولى للصوديوم هي الأضعف والثانية هي الأقوى. اشرح ذلك بحساب الشحن الفعلية.
- * أحسب طاقة التأين الأولى للأزوت ($Z=7$) باستعمال قواعد Slater.
- * في كل سلسلة من سلاسل العناصر التالية، رتب تصاعدياً انصاف اقطارها الذرية

- a) Cs, F, K, N, Li
b) Ba, Cl, I, Sn, Sr
c) Al, In, F, O, Si, S
d) Al, Ca, Fr, Mg, Rb, S

الحل:

$$Z_{\text{eff}}(\text{Ne}) = 10 - [(0,85 \times 2) + (0,35 \times 7)] = 5,85$$

$$Z_{\text{eff}}(\text{Ne}^+) = 10 - [(0,85 \times 2) + (0,35 \times 6)] = 6,2$$

$$Z_{\text{eff}}(\text{Na}) = 11 - [(1,00 \times 2) + (0,85 \times 8)] = 2,2$$

$$Z_{\text{eff}}(\text{Na}^+) = 11 - [(0,85 \times 2) + (0,35 \times 7)] = 6,85$$

$$Z_{\text{eff}}(\text{Mg}) = 12 - [(1,00 \times 2) + (0,85 \times 8) + 0,35] = 2,85$$

$$Z_{\text{eff}}(\text{Mg}^+) = 12 - [(1,00 \times 2) + (0,85 \times 8)] = 3,2$$

- * نلاحظ ان **Na** يملك اضعف شحنة فعلية ونعلم ان كلما كانت الشحنة الفعلية قوية كلما كانت طاقة التأين كبيرة. وبالتالي طاقة التأين الأولى له ستكون هي الاصغر، بينما Na^+ يملك اقوى شحنة فعلية، وبالتالي طاقة التأين الأولى له ستكون هي الاقوى.

$$EI_1 = 4E_{2s,2p}(N^+) - 5E_{2s,2p}(N) = 12.92 \text{ ev} \quad *$$

*

a) F < N < Li < K < Cs b) Cl < I < Sn < Sr < Ba c) F < O < S < Si < Al < In

d) S < Al < Mg < Ca < Rb < Fr.

التمرين الثاني

- رتب تصاعديا طاقات التأين الأولى للعناصر التالية: Cs , Ba , Fr
- رتب هذه البناءات الكيميائية حسب نصف قطرها: K^+ ; Cl^- ; Ca^{2+} ; S^{2-} ; Sc^{3+} ; Ar

الحل:

- $EI(Fr) < EI(Cs) < EI(Ba)$
- $r(Sc^{3+}) < r(Ca^{2+}) < r(K^+) < r(Ar) < r(Cl^-) < r(S^{2-})$

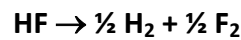
التمرين الثالث

لتكن طاقات التفكك التالية:

	H - H	F - F	Cl - Cl	H - F	H - Cl
E KJ mol ⁻¹	435	155	242	566	431

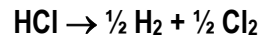
حدد كهروسالبية F و Cl. $X_H = 2.2$

الحل:



$$X_F - X_H = 0,102 \cdot \sqrt{D_{H-F} - \sqrt{D_{H-H} \cdot D_{F-F}}}$$

$$X_F = 3.9$$



$$X_{Cl} - X_H = 0,102 \cdot \sqrt{D_{H-Cl} - \sqrt{D_{H-H} \cdot D_{Cl-Cl}}}$$

$$X_{Cl} = 3.2$$

التمرين الرابع

1. ارفق لكل عنصر نصف القطر الذري الموافق علل اجابتك : N(7) ; P(15) ; As(33) ; Sb(51)

العنصر	N	P	As	Sb
نصف القطر (Å)				

$$r_a : 1,45 ; 1,00 ; 1,15 ; 0,65$$

2. احسب طاقة التأين الثالثة للعنصر (13) Al . أحسب طاقة التأين الأولى للعنصر (22) Ti باستعمال قواعد Slater.

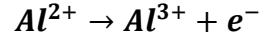
الحل:

.1

في العمود: $n \uparrow r_a \uparrow$

العنصر	N	P	As	Sb
نصف القطر (Å)	0,65	1,00	1.15	1.45

.2



$$EI_3 = -E_{3s}(Al^{2+}) = 26.7 \text{ ev}$$



$$EI_1 = E_{4s}(Ti^{+}) - 2E_{4s}(Ti) = 6.45 \text{ ev}$$

التمرين الخامس

	H - H	F - F	Cl - Cl	H - F	H - Cl
E KJ mol ⁻¹	435	155	242	566	431
E ev	4,508	1,606	2,508	5,865	4,466

* احسب X_{Cl} و X_F

الحل:

- تعيين قيمة X_F : نأخذ طاقات التفكك بوحدة ev

$$\Delta\chi = \sqrt{D_{H-F} - \sqrt{D_{H-H} \times D_{F-F}}}$$

$$\Delta\chi = \chi_F - \chi_H = \sqrt{5.865 - \sqrt{4.508 \times 1.606}} = 1.78 \quad ; \quad \chi_F > \chi_H$$

$$\chi_F = \chi_H + \Delta\chi = 2.2 + 1.78 = 3.98 \approx 4$$

تعيين قيمة X_F : نأخذ طاقات التفكك بوحدة kJ/mol

$$\Delta\chi = \chi_F - \chi_H = 0.102 \sqrt{566 - \sqrt{435 \times 155}} = 1.78$$

- تعيين قيمة χ_{Cl}

$$\Delta\chi = \sqrt{D_{H-Cl} - \sqrt{D_{H-H} \times D_{Cl-Cl}}} -$$

$$\Delta\chi = \chi_{Cl} - \chi_H = \sqrt{4.466 - \sqrt{4.508 \times 2.508}} = 1.05 \quad ; \quad \chi_{Cl} > \chi_H$$

$$\chi_{Cl} = \chi_H + \Delta\chi = 2.2 + 1.05 = 3.25$$

التمرين السادس

- * اعط التشكيل الإلكتروني لأيون Eu^{2+} ($Z = 63$) ، ثم حدد الكترونات القلب، الكترونات التكافؤ، المجموعة الكيميائية و الدور للذرة الموافقة. فسر استقرار الأيون Eu^{2+} .
- * هل يعتبر العنصر معدنا حسب قاعدة Sanderson.
- * احسب طاقة التآين الثانية للعنصر Sn ($Z = 50$) حسب قواعد Slater
- * رتب تصاعديا انصاف اقطار العناصر التالية : V, V^{2+}, V^{5+} $V(23)$
- * احسب كهروسالبية Cl و Br ثم استنتج طاقة الرابطة في الجزيء BrCl . $\chi_H = 2.2$

$$D_{Cl-Cl} = 243 ; D_{Br-Br} = 193 ; D_{H-Cl} = 432 ; D_{H-Br} = 366 ; D_{H-H} = 436 \text{ kJ/mol}$$

الحل:



معدن	الدور	المجموعة الكيميائية	الالكترونات التكافؤ	الالكترونات القلب	التشكيل الالكتروني
نعم	6	IIIB	$4f^7 6s^2$	[Xe]	$[Xe] 4f^7 6s^2$

* يعزى استقرار ${}_{63}Eu^{2+}$ لامتلاكه بنية غاز خامل [Xe] ومحط ذري $4f$ نصف ممتلئ $4f^7$

$$EI_2 = 2E_{5s}(Sn^{2+}) - 4E_{5s,5p}(Sn) = 25.6 \text{ ev}$$

$$r(V^{5+}) < r(V^{2+}) < r(V)$$

$$\chi_{Br} = \chi_H + 0.102 \sqrt{D_{H-Br} - \sqrt{D_{H-H} \times D_{Br-Br}}}$$

$$\chi_{Br} = 2.2 + 0.102 \sqrt{366 - \sqrt{436 \times 193}} = 3.10$$

$$\chi_{Cl} = \chi_H + 0.102 \sqrt{D_{H-Cl} - \sqrt{D_{H-H} \times D_{Cl-Cl}}}$$

$$\chi_{Cl} = 2.2 + 0.102 \sqrt{432 - \sqrt{436 \times 243}} = 3.25$$

$$\chi_{Cl} - \chi_{Br} = 0.102 \sqrt{D_{Br-Cl} - \sqrt{D_{Br-Br} \times D_{Cl-Cl}}}$$

$$(\chi_{Cl} - \chi_{Br})^2 = \left(0.102 \sqrt{D_{Br-Cl} - \sqrt{D_{Br-Br} \times D_{Cl-Cl}}} \right)^2$$

$$(\chi_{Cl} - \chi_{Br})^2 = (0.102)^2 (D_{Br-Cl} - \sqrt{D_{Br-Br} \times D_{Cl-Cl}})$$

$$D_{Br-Cl} = \frac{(\chi_{Cl} - \chi_{Br})^2}{(0.102)^2} + \sqrt{D_{Br-Br} \times D_{Cl-Cl}}$$

$$D_{Br-Cl} = \frac{(3.25 - 3.10)^2}{(0.102)^2} + \sqrt{193 \times 243} = 218.7 \text{ kJ/mol}$$

قيم الكهروسالبية حسب سلم Pauling

H 2,1																	He
Li 1	Be 1,5											B 1,9	C 2,5	N 3	O 3,5	F 4	Ne
Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3	Ar
K 0,8	Ca 1	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,8	Ni 1,8	Cu 1,9	Zn 1,5	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2	Se 2,4	Br 2,8	Kr
Rb 0,8	Sr 1	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,7	Cd 1,4	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	Xe
Cs 0,7	Ba 0,9	Ln 1,1-1,2	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,8	Bi 1,8	Po 2	At 2,2	Rn
Fr 0,7	Ra 0,9	Ac 1,1	Th 1,3	Pa 1,5	U 1,7	Np-Lr 1,3											

العناصر المستثنية من قاعدة Kletchkovski

العنصر	الرمز	التشكيل الالكتروني حسب Kletchkovski	التشكيل الالكتروني الحقيقي
Chrome	$_{24}Cr$	$[Ar]3d^44s^2$	$[Ar]3d^54s^1$
Cuivre	$_{29}Cu$	$[Ar]3d^94s^2$	$[Ar]3d^{10}4s^1$
Niobium	$_{41}Nb$	$[Kr]4d^35s^2$	$[Kr]4d^45s^1$
Molybdène	$_{42}Mo$	$[Kr]4d^45s^2$	$[Kr]4d^55s^1$
Ruthénium	$_{44}Ru$	$[Kr]4d^65s^2$	$[Kr]4d^75s^1$
Rhodium	$_{45}Rh$	$[Kr]4d^75s^2$	$[Kr]4d^85s^1$
Palladium	$_{46}Pd$	$[Kr]4d^85s^2$	$[Kr]4d^{10}5s^0$
Argent	$_{47}Ag$	$[Kr]4d^95s^2$	$[Kr]4d^{10}5s^1$
Lanthanide	$_{57}La$	$[Xe]4f^16s^2$	$[Xe]4f^05d^16s^2$
Cérium	$_{58}Ce$	$[Xe]4f^26s^2$	$[Xe]4f^15d^16s^2$
Gadolinium	$_{64}Ga$	$[Xe]4f^86s^2$	$[Xe]4f^75d^16s^2$
Platine	$_{78}Pt$	$[Xe]4f^{14}5d^86s^2$	$[Xe]4f^{14}5d^96s^1$
Or	$_{79}Au$	$[Xe]4f^{14}5d^96s^2$	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^1$
Actinium	$_{89}Ac$	$[Rn]5f^16d^07s^2$	$[Rn]5f^06d^17s^2$
Thorium	$_{90}Th$	$[Rn]5f^26d^07s^2$	$[Rn]5f^06d^27s^2$
Protactinium	$_{91}Pa$	$[Rn]5f^36d^07s^2$	$[Rn]5f^26d^17s^2$
Uranium	$_{92}U$	$[Rn]5f^46d^07s^2$	$[Rn]5f^36d^17s^2$
Neptunium	$_{93}Np$	$[Rn]5f^56d^07s^2$	$[Rn]5f^46d^17s^2$
Curium	$_{96}Cm$	$[Rn]5f^86d^07s^2$	$[Rn]5f^76d^17s^2$
Lawrencium	$_{103}Lr$	$[Rn]5f^{14}6d^17s^2$	$[Rn]5f^{14}6d^07s^27p^1$