

สมบัติฟิร็อคติก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ จันทรสุวรรณ



K POTASSIUM	Ca CALCIUM	Sc SCANDIUM	Ti TITANIUM	V VANADIUM	Cr CHROMIUM	Mn MANGANESE	Fe IRON	Co COBALT	Ni NICKEL	Cu COPPER	Zn ZINC	Ga GALLIUM	Ge GERMANIUM	As ARSENIC	Se SELENIUM	Br BROMINE	Kr KRYPTON
Rb RUBIDIUM	Sr STRONTIUM	Y YTTRIUM	Zr ZIRCONIUM	Nb NIOBIUM	Mo MOLYBDENUM	Tc TECHNETIUM	Ru RUTHENIUM	Rh RHODIUM	Pd PALADIUM	Ag SILVER	Cd CADMIUM	In INDIUM	Sn TIN	Sb ANTIMONY	Te TELLURUM	I IODINE	Xe XENON
Cs CAESIUM	Ba BARIUM	La - Lu 57-71 LANTHANIDE	Hf HAFNIUM	Ta TANTALUM	W TUNGSTEN	Re RHENIUM	Os OSMIUM	Ir IRIDIUM	Pt PLATINUM	Au GOLD	Hg MERCURY	Tl THALLIUM	Pb LEAD	Bi BISMUTH	Po POLONIUM	At ASTATINE	Rn RADON
		Ac - Lr 103	Rf RUFORDIUM	Db DUBNIUM	Sg SEABORGIUM	Bh BOHRVIUM	Hs HASSIUM	Mt MEITNERIUM	Ds DUBNIUM	Rg ROSGOLDIUM	Cn COOKWORTH	Uut UNUNTRIUM	Fl FLEROVIUM	Uup UNUNPENTIUM	Lv LIVERMORIUM		



Download เอกสารอ่านเพิ่มเติม
เอกสารเผยแพร่เพื่อประโยชน์แก่การศึกษา
woravith.c@rmutp.ac.th



Dobereiner

หลักไตรภาคีธาตุ

$$\begin{array}{l} \text{Li } 7 \\ \text{Na } 23 \\ \text{K } 39 \end{array} \left\} \begin{array}{l} 7 + 39 \\ 2 \end{array} = 23$$

$$\begin{array}{l} \text{Ca } 40 \\ \text{Sr } 87 \\ \text{Ba } 137 \end{array} \left\} \begin{array}{l} 40 + 137 \\ 2 \end{array} = 88.5$$

H											He
Li	Be			B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg			Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca			Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr			In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba			Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		



Mendeleev

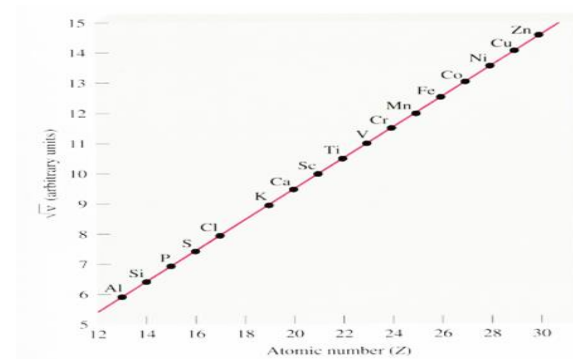
ถ้าเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปหามาก ธาตุที่มีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพคล้ายกันจะปรากฏอยู่ตรงกันเป็นช่วงๆ"

		Ti=50	Zr=90	?=180
		V=51	Nb=94	Ta=182
		Cr=52	Mo=96	W=186
		Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
		Fe=56	Ru=104,4	Ir=198
		Ni=59	Pd=106,6	Os=199
		Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
		Zn=65,2	Cd=112	
		?=68	Ur=116	Au=197?
		?=70	Sn=118	Bi=210?
		As=75	Sb=122	
		Se=79,4	Te=128?	
		Br=80	J=127	
		K=39	Rb=85,4	Cs=133
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137
		?=45	Ce=92	
		?Er=56	La=94	
		?Yt=60	Di=95	
		In=75,6	Th=118?	



Moseley

law of atomic number



ธาตุจัดเรียงตามเลขอะตอม มีความสัมพันธ์กว่าเรียงตามมวลอะตอม

1789

1829

1865

1869

1870

1913

2016

ลาวัชีเย รวบรวมธาตุต่างๆ ที่ได้มีการค้นพบและพิสูจน์ทราบเอกลักษณ์แล้วได้ 23 ธาตุ



Newlands

law of octaves "ธาตุลำดับที่ 8 จะมีสมบัติคล้ายกับธาตุลำดับที่ 1" (ไม่นับรวม H)

H	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
---	----	----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	---	---	----



Meyer

มีแนวคิดเหมือนกับ Mendeleev

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	B=11,0	Al=27,3		--		?In=113,4	Tl=202,7	
	C=11,97	Si=28		--		Sn=117,8		Pb=206,4
	N=14,01	P=30,9	Ti=48		Zr=89,7	Sb=122,1		Bi=207,5
	O=15,96		V=51,2		Nb=93,7	Te=128?	Ta=182,2	
			Cr=52,4		Mo=95,6		W=183,5	
						J=126,5		
	F=19,1	Cl=35,38		Br=79,75				
			Mn=54,8		Ru=103,5		Os=198,6?	
			Fe=55,9		Rh=104,1		Ir=196,7	
			Co=Ni=58,6		Pd=106,2		Pt=196,7	
Li=7,01	Na=22,99	K=39,04		Rb=85,2		Cs=132,7		
			Cu=63,3		Ag=107,66		Au=196,2	
?Be=9,3	Mg=23,9	Ca=39,9		Sr=87,0		Ba=136,8		
			Zn=64,9		Cd=111,6		Hg=199,8	

มีการยอมรับทั้งสิ้น 118 ธาตุ

ปี 1871 Mendeleev
ปรับปรุงตารางธาตุ โดย
มีการเว้นช่องว่างสำหรับ
ธาตุที่ยังไม่ค้นพบในเวลา
นั้น แต่เชื่อว่ามีธาตุนั้น
และทำนายสมบัติเอาไว้

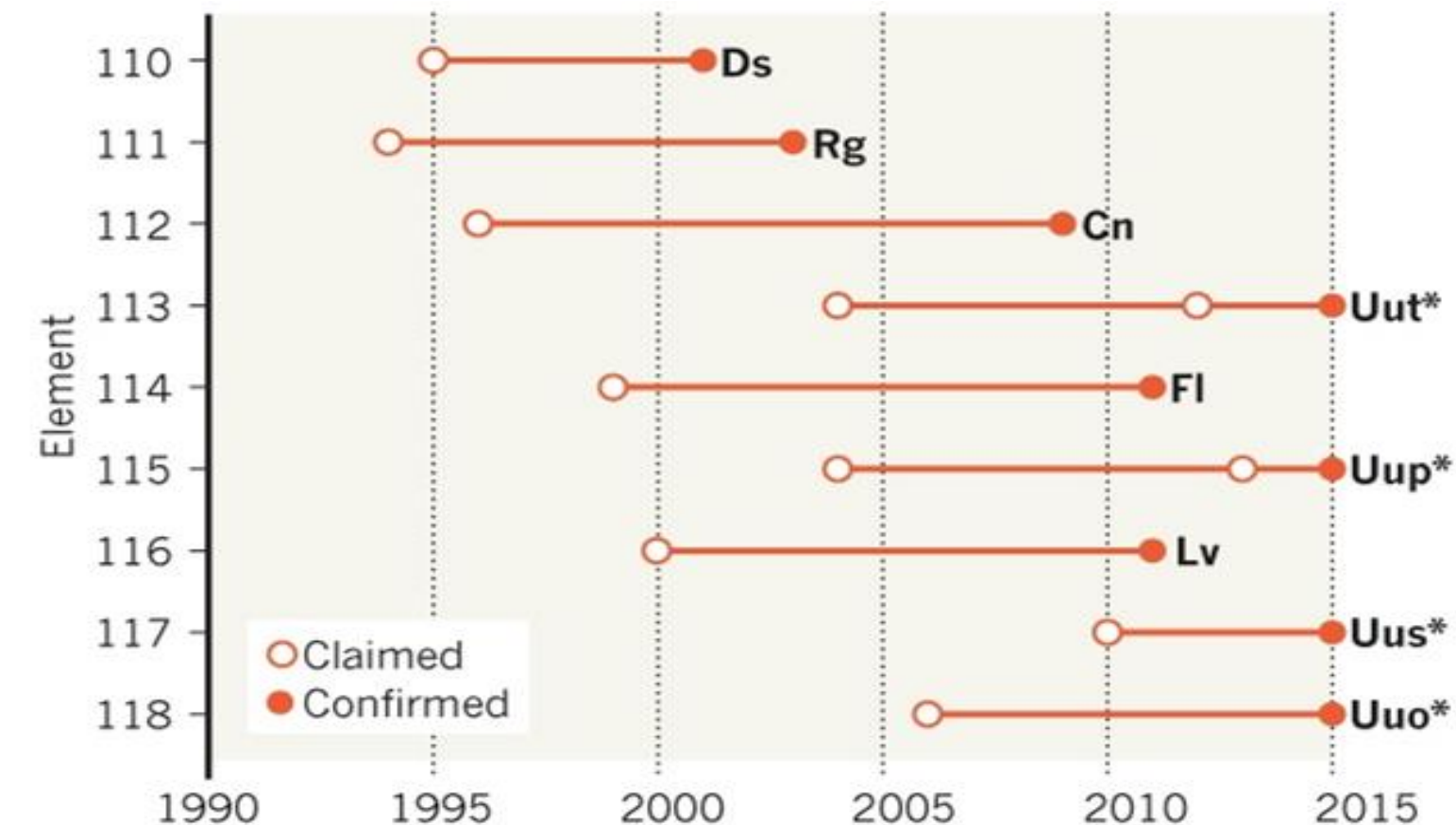
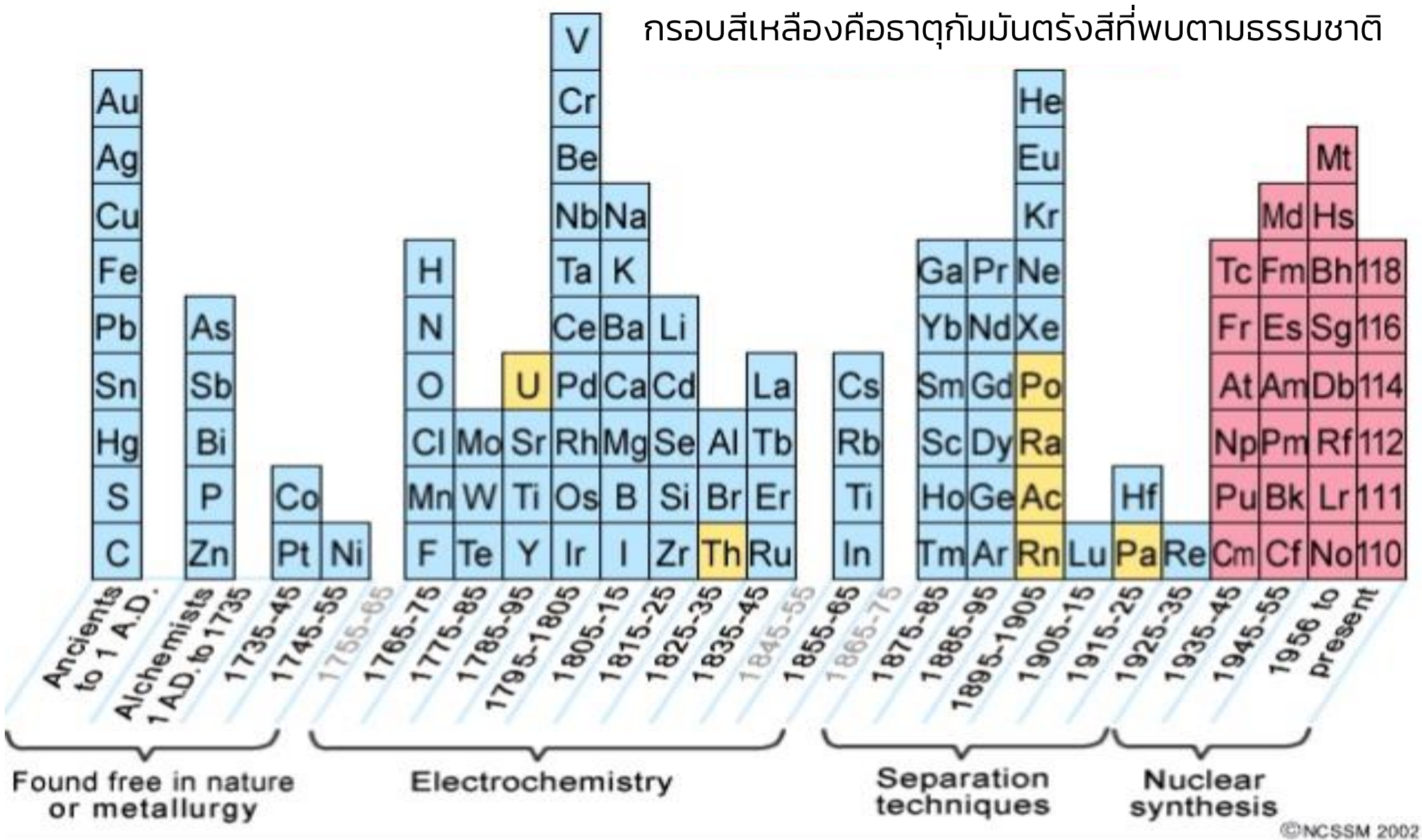
Reihen	Gruppe I. — R^2O	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R^2O^3	Gruppe IV. RH^4 RO^2	Gruppe V. RH^3 R^2O^5	Gruppe VI. RH^2 RO^3	Gruppe VII. RH R^2H^7	Gruppe VIII. — RO^4
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9, 4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27, 3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35, 5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 53)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	S = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 198)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	— — — —
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	— — — —

ที่มา : http://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php

Property	Mendeleev's Predictions for Eka-Silicon (made in 1871)	Observed Properties of Germanium (discovered in 1886)
Atomic weight	72	72.59
Density (g/cm ³)	5.5	5.35
Specific heat (J/g-k)	0.305	0.309
Melting point (°C)	High	947
Color	Dark gray	Grayish white
Formula of oxide	XO ₂	GeO ₂
Density of oxide (g/cm ³)	4.7	4.70
Formula of chloride	XCl ₄	GeCl ₄
Boiling point of chloride (°C)	A little under 100	84

- เมนเดเลเยฟได้เผยแพร่ตาราง
ธาตุฉบับปรับปรุงในปี 1906
สืบเนื่องมีการค้นพบแก๊สอาร์กอน
(Ar) ในปี 1895

ช่วงระยะเวลาการค้นพบธาตุและการพิสูจน์เอกลักษณ์ในด้านต่างๆ เพื่อยืนยันธาตุใหม่



80	81	82	83	84	85	86
Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
mercury		lead		polonium		
200.6	204.4	207.2	209	209	210	222
	113		115		117	118
	Uut		Uup		Uus	Uuo
	ununtrium		ununpentium		ununseptium	ununoctium
112		114		116		
Cn		Fl		Lv		
pernium		roviu		morium		

PROPOSED NEW ELEMENT NAMES

113	115	117	118
Nh	Mc	Ts	Og
NIHONIUM	MOSCOVIUM	TENNESSINE	OGANESSON
Japan	Moscow	Tennessee	Yuri Oganessian

These are the proposed symbols and names for elements 113, 115, 117 and 118, along with their origins. After a five month public review period, they will be officially confirmed.

Tungsten 74 W 183.84 ชื่อธาตุ เลขเชิงอะตอม สัญลักษณ์ธาตุ น้ำหนักเชิงอะตอม															Hydrogen 1 H 1.01		Helium 2 He 4.00														
Lithium 3 Li 6.94		Beryllium 4 Be 9.01																	Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.01	Nitrogen 7 N 14.01	Oxygen 8 O 16.00	Fluorine 9 F 19.00	Neon 10 Ne 20.18							
Sodium 11 Na 22.99		Magnesium 12 Mg 24.30																	Aluminium 13 Al 26.98	Silicon 14 Si 28.09	Phosphorus 15 P 30.97	Sulfur 16 S 32.06	Chlorine 17 Cl 35.45	Argon 18 Ar 39.95							
Potassium 19 K 39.10	Calcium 20 Ca 40.08	Scandium 21 Sc 44.96	Titanium 22 Ti 47.87	Vanadium 23 V 50.94	Chromium 24 Cr 52.00	Manganese 25 Mn 54.94	Iron 26 Fe 55.84	Cobalt 27 Co 58.93	Nickel 28 Ni 58.69	Copper 29 Cu 63.55	Zinc 30 Zn 65.39	Gallium 31 Ga 69.72	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.92	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.90	Krypton 36 Kr 83.80														
Rubidium 37 Rb 85.47	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.91	Zirconium 40 Zr 91.22	Niobium 41 Nb 92.91	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29														
Cesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33	Lutetium 71 Lu 174.97	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.20	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po [209]	Astatine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]														
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra 22.99	Lawrencium 103 Lr [262]	Rutherfordium 104 Rf [265]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [271]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [276]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [280]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [284]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [288]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [284]	Oganesson 118 Og [294]														

*Lanthanide series

Lanthanum 57 La 138.91	Cerium 58 Ce 140.12	Praseodymium 59 Pr 140.91	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150.36	Europium 63 Eu 151.96	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.93	Dysprosium 66 Dy 162.50	Holmium 67 Ho 164.93	Erbium 68 Er 167.26	Thulium 69 Tm 168.93	Ytterbium 70 Yb 173.05
---------------------------------	------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

**Actinide series

Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232.04	Protactinium 91 Pa 231.04	Uranium 92 U 238.03	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]
-------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

ธาตุปรอทเชนเทท

ธาตุหมู่หลัก หรือ ธาตุหมู่ A

ธาตุปรอทเชนเทท

โลหะแอลคาไล

โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท

1	IA Hydrogen 1 H 1.01	IIA
2	Lithium 3 Li 6.94	Beryllium 4 Be 9.01
3	Sodium 11 Na 22.99	Magnesium 12 Mg 24.30
4	Potassium 19 K 39.10	Calcium 20 Ca 40.08
5	Rubidium 37 Rb 85.47	Strontium 38 Sr 87.62
6	Cesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33
7	Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]

Tungsten 74 W 183.84	Element name Atomic number Symbol Atomic mass
-------------------------------	--

ธาตุทรานซิชัน หรือ ธาตุหมู่ B

IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B				IB	IIB
Scandium 21 Sc 44.96	Titanium 22 Ti 47.87	Vanadium 23 V 50.94	Chromium 24 Cr 52.00	Manganese 25 Mn 54.94	Iron 26 Fe 55.84	Cobalt 27 Co 58.93	Nickel 28 Ni 58.69	Copper 29 Cu 63.55	Zinc 30 Zn 65.39	
Yttrium 39 Y 88.91	Zirconium 40 Zr 91.22	Niobium 41 Nb 92.91	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	
Lutetium 71 Lu 174.97	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	
Lawrencium 103 Lr [262]	Rutherfordium 104 Rf [265]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [271]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [276]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [280]	Copernicium 112 Cn [285]	

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.01	Nitrogen 7 N 14.01	Oxygen 8 O 16.00	Fluorine 9 F 19.00	Helium 2 He 4.00
Aluminium 13 Al 26.98	Silicon 14 Si 28.09	Phosphorus 15 P 30.97	Sulphur 16 S 32.06	Chlorine 17 Cl 35.45	Neon 10 Ne 20.18
Gallium 31 Ga 69.72	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.92	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.90	Argon 18 Ar 39.95
Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Krypton 36 Kr 83.80
Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.20	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po [209]	Astatine 85 At [210]	Xenon 54 Xe 131.29
Nihonium 113 Nh [284]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [288]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [294]	Radon 86 Rn [222]
					Oganesson 118 Og [294]

แก๊สเฉื่อย

แก๊สมีพิษ

*Lanthanide series

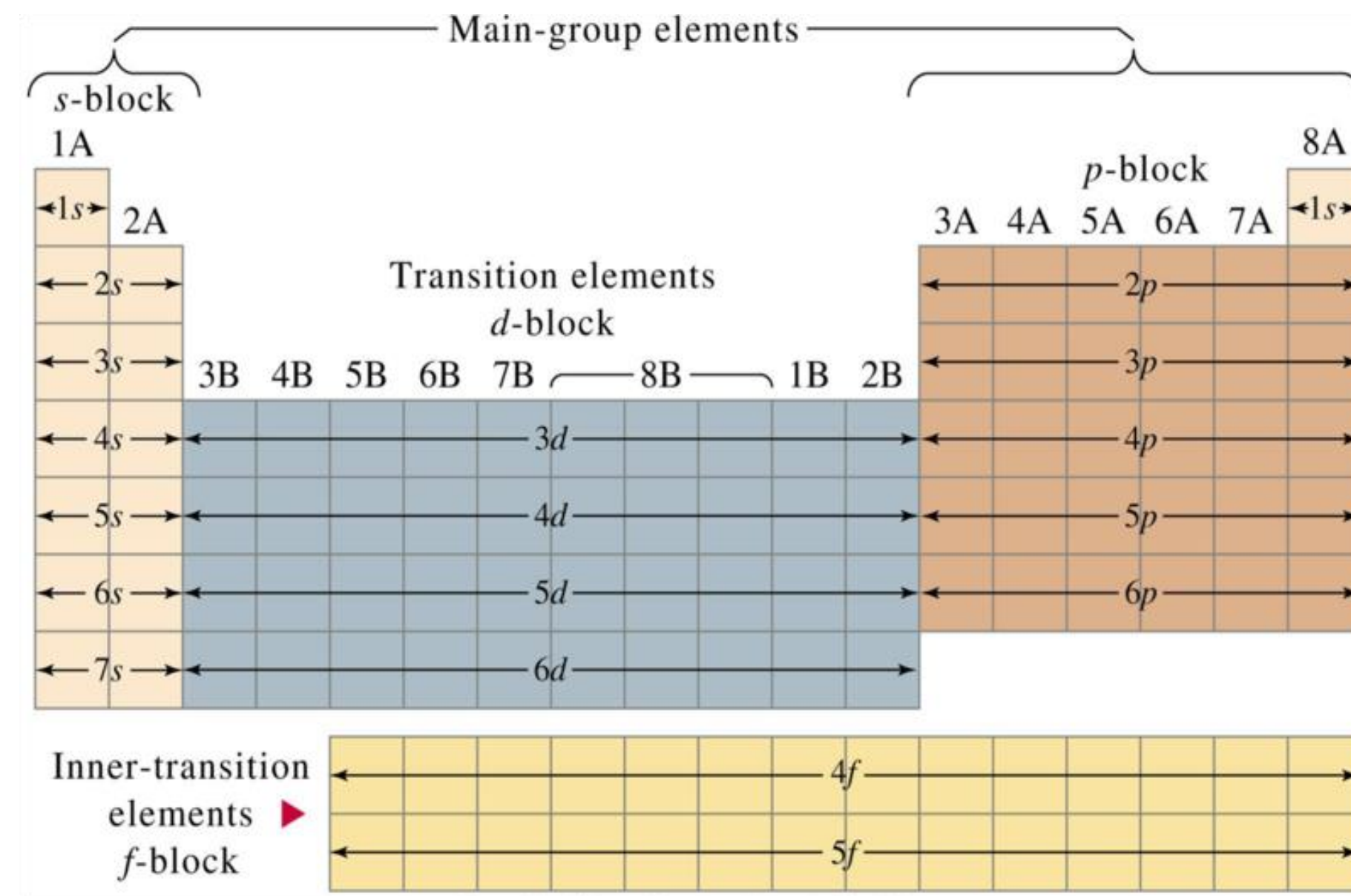
**Actinide series

Lanthanum 57 La 138.90	Cerium 58 Ce 140.12	Praseodymium 59 Pr 140.91	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150.36	Europium 63 Eu 151.96	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.93	Dysprosium 66 Dy 162.50	Holmium 67 Ho 164.93	Erbium 68 Er 167.26	Thulium 69 Tm 168.93	Ytterbium 70 Yb 173.05
Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232.04	Protactinium 91 Pa 231.04	Uranium 92 U 238.03	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]

คาบ	สัญลักษณ์ธาตุ	การจัดเรียงอิเล็กตรอน
1	${}_1\text{H}$	$1s^1$
	${}_2\text{He}$	$1s^2$
2	${}_3\text{Li}$	$1s^2 2s^1$
	${}_4\text{Be}$	$1s^2 2s^2$
	${}_5\text{B}$	$1s^2 2s^2 2p^1$
	${}_6\text{C}$	$1s^2 2s^2 2p^2$
	${}_7\text{N}$	$1s^2 2s^2 2p^3$
	${}_8\text{O}$	$1s^2 2s^2 2p^4$
	${}_9\text{F}$	$1s^2 2s^2 2p^5$
	${}_{10}\text{Ne}$	$1s^2 2s^2 2p^6$
3	${}_{11}\text{Na}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
	${}_{12}\text{Mg}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
	${}_{13}\text{Al}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
	${}_{14}\text{Si}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
	${}_{15}\text{P}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
	${}_{16}\text{S}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
	${}_{17}\text{Cl}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
	${}_{18}\text{Ar}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

แบ่งกลุ่มตามการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น ดังนี้

- s-block ธาตุหมู่ 1A-2A
- p-block ธาตุหมู่ 3A-8A
- d-block ธาตุหมู่ แทรนซิชัน
- f-block ธาตุหมู่ แลนทาไนด์และแอกทิไนด์



ธาตุโลหะ

ธาตุอโลหะ

ธาตุกึ่งโลหะ

ธาตุกึ่งโลหะ																	
IA												IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Hydrogen 1 H 1.01												Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.01	Nitrogen 7 N 14.01	Oxygen 8 O 16.00	Fluorine 9 F 19.00	Helium 2 He 4.00
IIA																	
Lithium 3 Li 6.94	Beryllium 4 Be 9.01																
Sodium 11 Na 22.99	Magnesium 12 Mg 24.30											Aluminium 13 Al 26.98	Silicon 14 Si 28.09	Phosphorus 15 P 30.97	Sulphur 16 S 32.06	Chlorine 17 Cl 35.45	Argon 18 Ar 39.95
		IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B			IB	IIB						
Potassium 19 K 39.10	Calcium 20 Ca 40.08	Scandium 21 Sc 44.96	Titanium 22 Ti 47.87	Vanadium 23 V 50.94	Chromium 24 Cr 52.00	Manganese 25 Mn 54.94	Iron 26 Fe 55.84	Cobalt 27 Co 58.93	Nickel 28 Ni 58.69	Copper 29 Cu 63.55	Zinc 30 Zn 65.39	Gallium 31 Ga 69.72	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.92	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.90	Krypton 36 Kr 83.80
Rubidium 37 Rb 85.47	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.91	Zirconium 40 Zr 91.22	Niobium 41 Nb 92.91	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29
Cesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33	Lutetium 71 Lu 174.97	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.20	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po [209]	Astatine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra [226]	Lawrencium 103 Lr [262]	Rutherfordium 104 Rf [265]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [271]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [276]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [280]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [284]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [288]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [294]	Oganesson 118 Og [294]

Tungsten

74

W

183.84

Element name

Atomic number

Symbol

Atomic mass

*Lanthanide series

**Actinide series

Lanthanum 57 La 138.90	Cerium 58 Ce 140.12	Praseodymium 59 Pr 140.91	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150.36	Europium 63 Eu 151.96	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.93	Dysprosium 66 Dy 162.50	Holmium 67 Ho 164.93	Erbium 68 Er 167.26	Thulium 69 Tm 168.93	Ytterbium 70 Yb 173.05
Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232.04	Protactinium 91 Pa 231.04	Uranium 92 U 238.03	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]

																		ธาตุกึ่งโลหะ						
Hydrogen 1 H 1.01																					Helium 2 He 4.00			
Lithium 3 Li 6.94	Beryllium 4 Be 9.01																				Neon 10 Ne 20.18			
Sodium 11 Na 22.99	Magnesium 12 Mg 24.30																				Argon 18 Ar 39.95			
Potassium 19 K 39.10	Calcium 20 Ca 40.08	Scandium 21 Sc 44.96	Titanium 22 Ti 47.87	Vanadium 23 V 50.94	Chromium 24 Cr 52.00	Manganese 25 Mn 54.94	Iron 26 Fe 55.84	Cobalt 27 Co 58.93	Nickel 28 Ni 58.69	Copper 29 Cu 63.55	Zinc 30 Zn 65.39	Gallium 31 Ga 69.72	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.92	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.90	Krypton 36 Kr 83.80							
Rubidium 37 Rb 85.47	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.91	Zirconium 40 Zr 91.22	Niobium 41 Nb 92.91	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc [98]	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.91	Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.87	Cadmium 48 Cd 112.41	Indium 49 In 114.82	Tin 50 Sn 118.71	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29							
Cesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33	Lutetium 71 Lu 174.97	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.95	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.21	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.22	Platinum 78 Pt 195.08	Gold 79 Au 196.97	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.20	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po [209]	Astatine 85 At [210]	Radon 86 Rn [222]							
Francium 87 Fr [223]	Radium 88 Ra 22.99	Lawrencium 103 Lr [262]	Rutherfordium 104 Rf [265]	Dubnium 105 Db [268]	Seaborgium 106 Sg [271]	Bohrium 107 Bh [270]	Hassium 108 Hs [277]	Meitnerium 109 Mt [276]	Darmstadtium 110 Ds [281]	Roentgenium 111 Rg [280]	Copernicium 112 Cn [285]	Nihonium 113 Nh [284]	Flerovium 114 Fl [289]	Moscovium 115 Mc [288]	Livermorium 116 Lv [293]	Tennessine 117 Ts [284]	Oganesson 118 Og [294]							
		*Lanthanide series		Lanthanum 57 La 138.91	Cerium 58 Ce 140.12	Praseodymium 59 Pr 140.91	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm [145]	Samarium 62 Sm 150.36	Europium 63 Eu 151.96	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.93	Dysprosium 66 Dy 162.50	Holmium 67 Ho 164.93	Erbium 68 Er 167.26	Thulium 69 Tm 168.93	Ytterbium 70 Yb 173.05							
		**Actinide series		Actinium 89 Ac [227]	Thorium 90 Th 232.04	Protactinium 91 Pa 231.04	Uranium 92 U 238.03	Neptunium 93 Np [237]	Plutonium 94 Pu [244]	Americium 95 Am [243]	Curium 96 Cm [247]	Berkelium 97 Bk [247]	Californium 98 Cf [251]	Einsteinium 99 Es [252]	Fermium 100 Fm [257]	Mendelevium 101 Md [258]	Nobelium 102 No [259]							

Tungsten
74
W
183.84

ชื่อธาตุ
เลขเชิงอะตอม
สัญลักษณ์ธาตุ
น้ำหนักเชิงอะตอม

ขนาดอะตอม

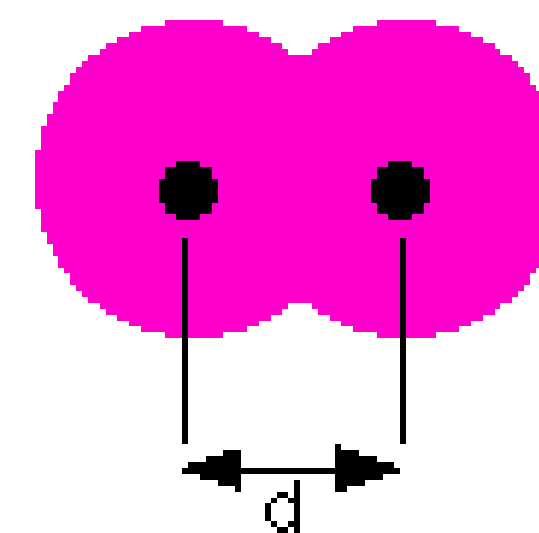
“ การวัดขนาดอะตอมจะกำหนดให้อะตอมมีรูปร่างเป็นทรงกลม และบอกขนาดเป็น**รัศมีอะตอม**ตามแรงที่เกิดขึ้นของพันธะ ”

อิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส

- จะเคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยความเร็วสูง
- ไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอน
- ไม่สามารถกำหนดขอบเขตที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้
- สามารถเกิดแรงยึดเหนี่ยวได้หลายแบบ (ไอออน โควาเลนต์ โลหะ และแวนเดอร์วาลส์)

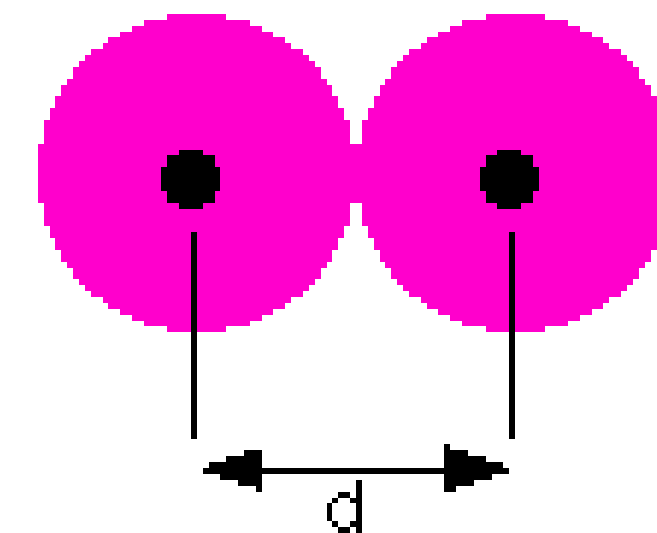
รัศมีอะตอม เท่ากับ ครึ่งหนึ่งของระยะห่างนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมไว้ด้วยกัน

- | | |
|--------------------|--|
| รัศมีโควาเลนต์ | - ครึ่งของความยาวพันธะ |
| รัศมีแวนเดอร์วาลส์ | - ครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมที่อยู่ใกล้ที่สุด |
| รัศมีไอออน | - ระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของไอออนคู่หนึ่ง ๆ ที่มีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันในโครงผลึก |

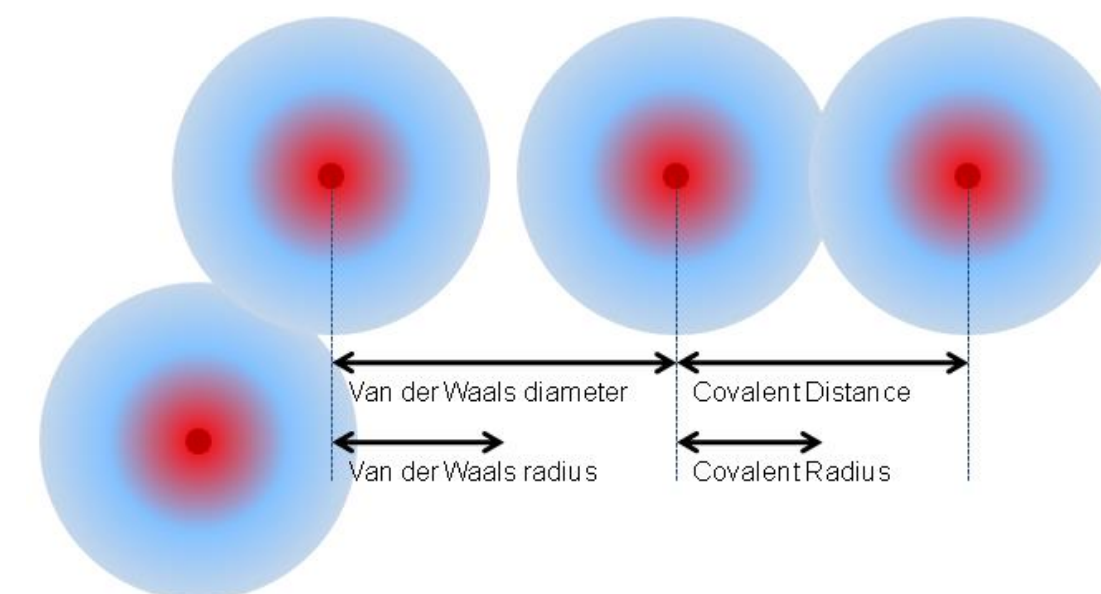


$$\text{radius} = d/2$$

รัศมีโควาเลนต์
รัศมีโลหะ

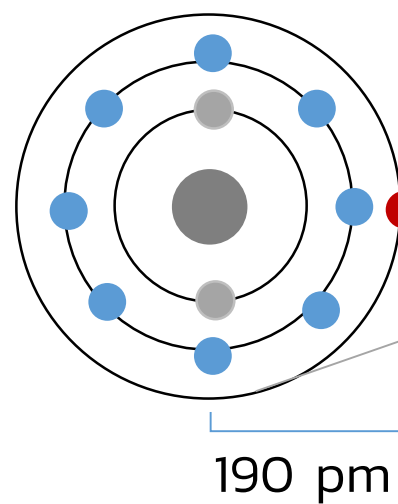
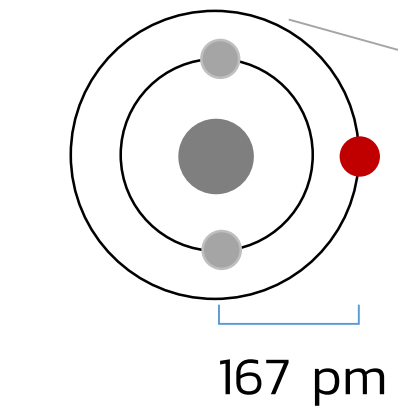
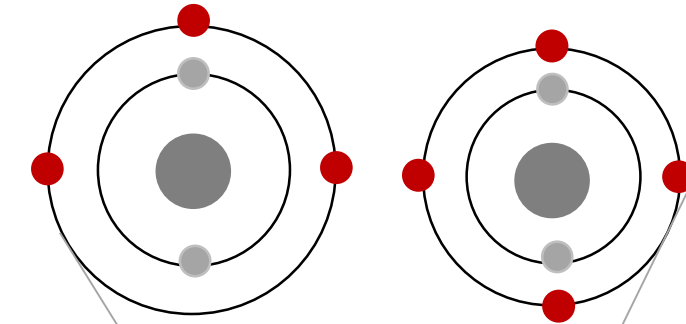


รัศมีแวนเดอร์วาลส์
รัศมีไอออน



/แนวโน้มขนาดรัศมีอะตอม (หน่วย pm)

มีจำนวนประจุบวกในนิวเคลียสเพิ่มขึ้น ทำให้นิวเคลียสมีแรงดึงดูดอิเล็กตรอนมาก จึงทำให้รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนลดลง



- ชั้นระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นคาบละ 1 ชั้น
- การเพิ่มจำนวนระดับพลังงาน (n) เป็นปัจจัยที่สำคัญกว่าการเพิ่มประจุบวกที่นิวเคลียส

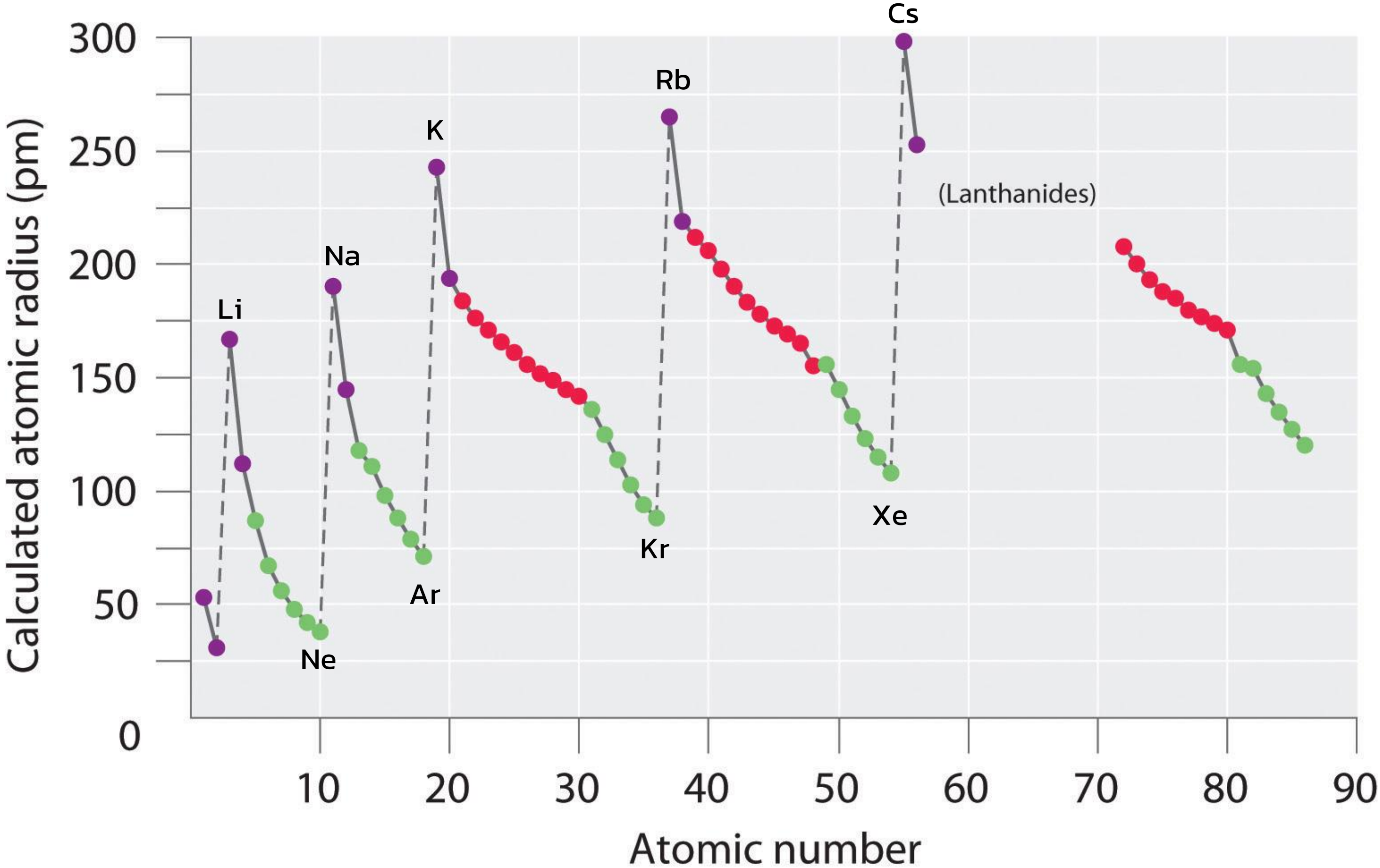
Periodic Table showing atomic radii (pm) for elements 1 to 118. The table is color-coded: Metals (blue), Semimetals (yellow), and Nonmetals (grey).

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 53																	He 31
2	Li 167	Be 112											B 87	C 67	N 56	O 48	F 42	Ne 38
3	Na 190	Mg 145											Al 118	Si 111	P 98	S 88	Cl 79	Ar 71
4	K 243	Ca 194	Sc 184	Ti 176	V 171	Cr 166	Mn 161	Fe 156	Co 152	Ni 149	Cu 145	Zn 142	Ga 136	Ge 125	As 114	Se 103	Br 94	Kr 88
5	Rb 265	Sr 219	Y 212	Zr 206	Nb 198	Mo 190	Tc 183	Ru 178	Rh 173	Pd 169	Ag 165	Cd 155	In 156	Sn 145	Sb 133	Te 123	I 115	Xe 108
6	Cs 298	Ba 253	La	Hf 208	Ta 200	W 193	Re 188	Os 185	Ir 180	Pt 177	Au 174	Hg 171	Tl 156	Pb 154	Bi 143	Po 135	At 127	Rn 120

ธาตุแทรนซิชันในคาบเดียวกันมีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน เนื่องจาก e เพิ่มวงในทีละหนึ่งตัว

/แนวโน้มขนาดรัศมีอะตอม (หน่วย pm)

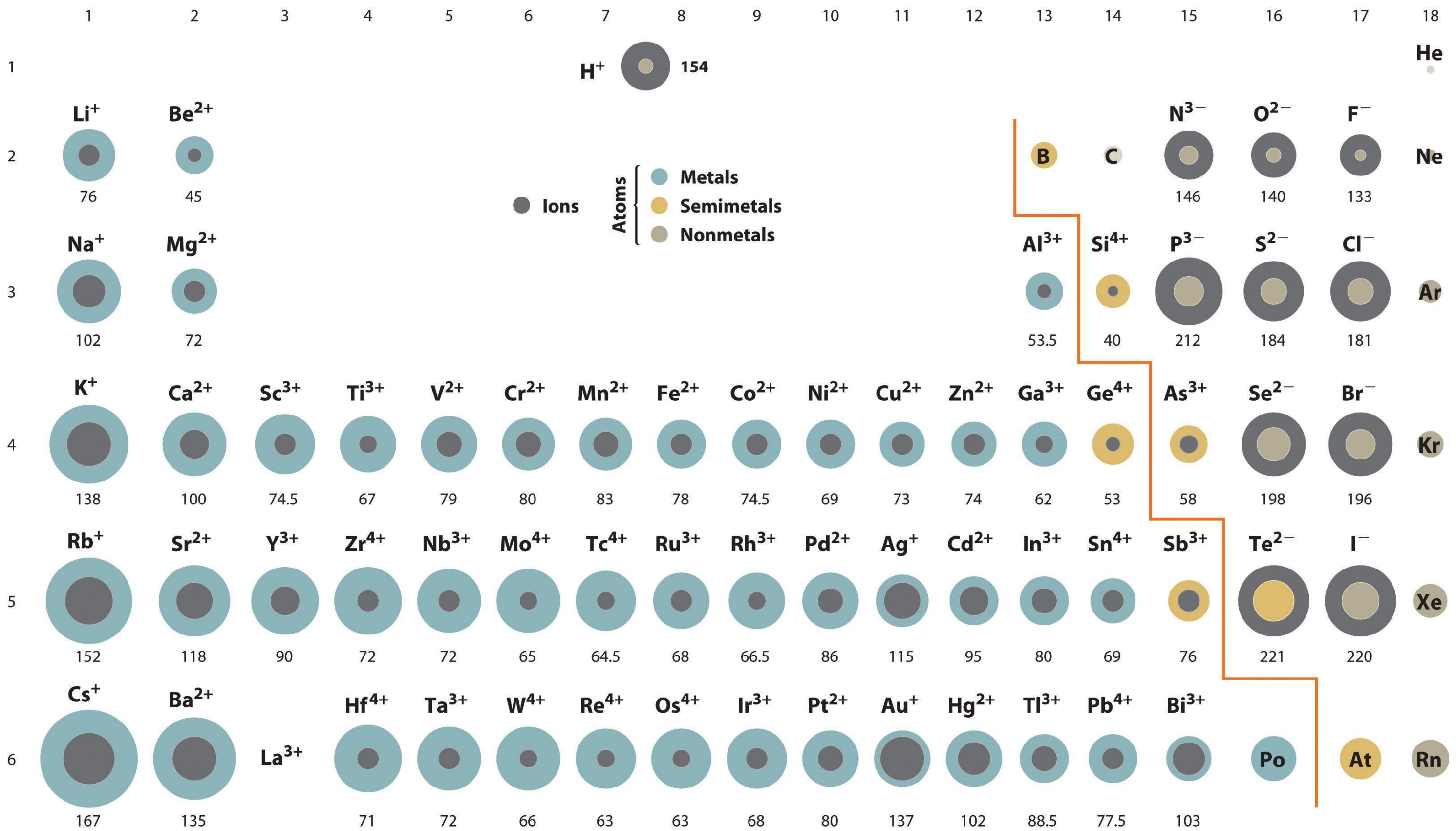
- Main groups 1–2 (s block)
- Main groups 13–18 (p block)
- Transition metals (d block)



/แนวโน้มขนาดรัศมีไอออน (หน่วย pm)

แคตไอออน (cation) จะมีขนาดเล็กกว่าขนาดอะตอม เนื่องจากสูญเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอน

แอนไอออน (anion) จะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดอะตอม เนื่องจากได้รับอิเล็กตรอนเข้ามาในวงเวเลนซ์

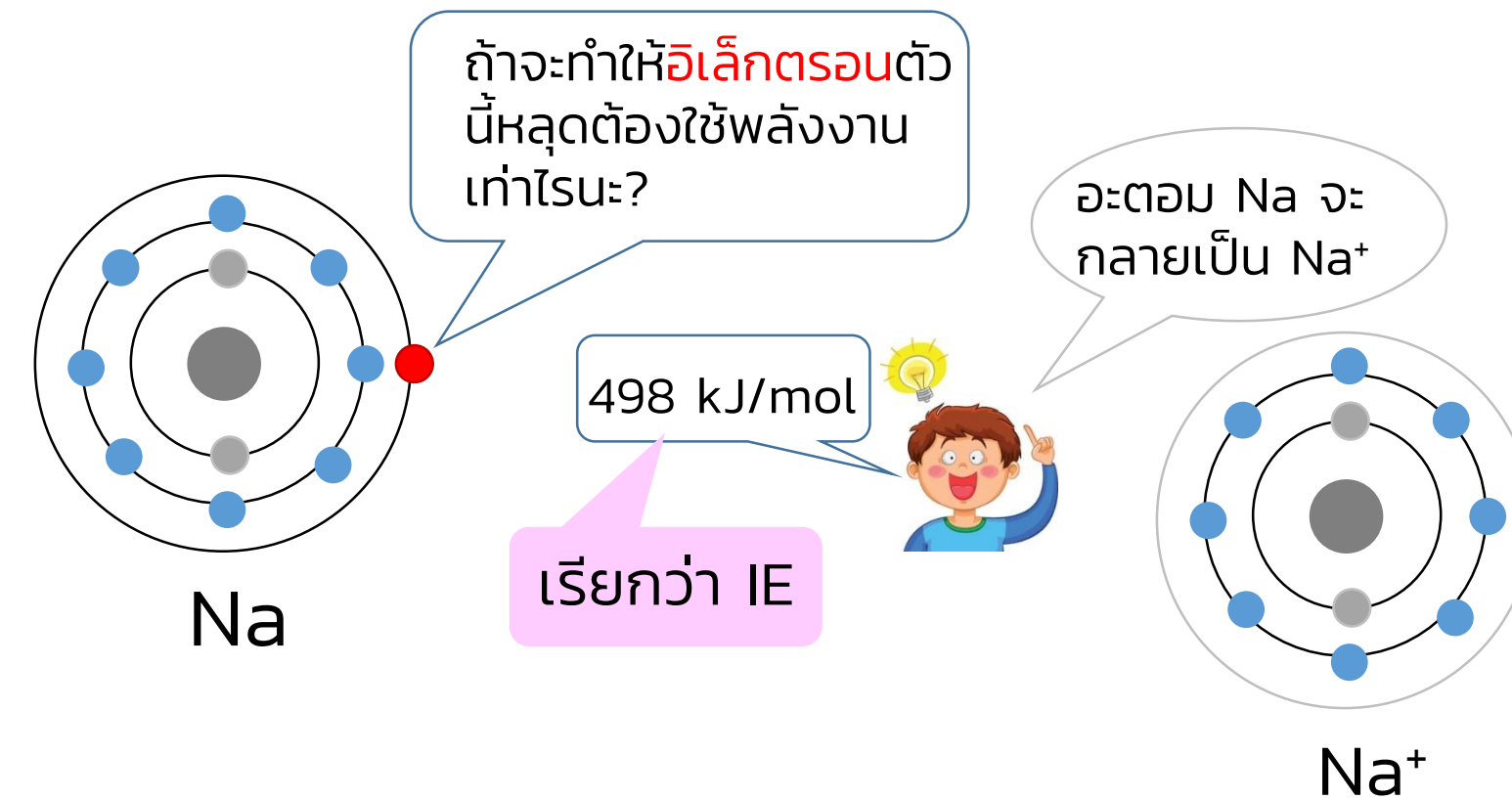
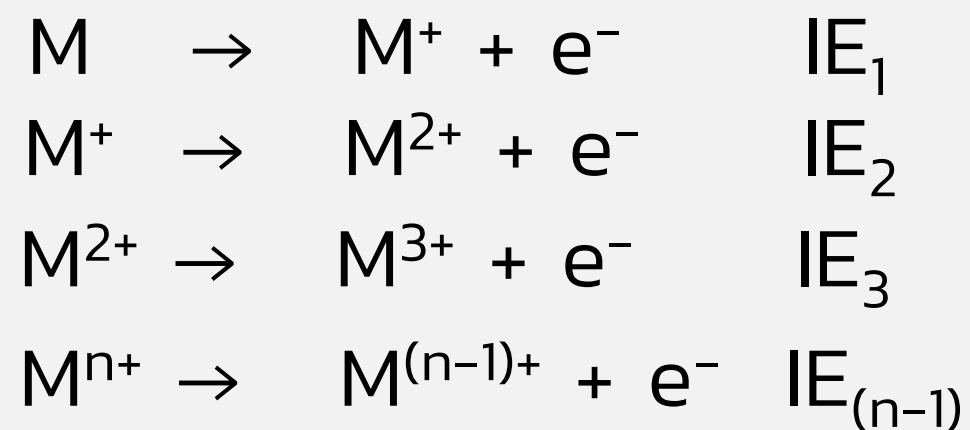
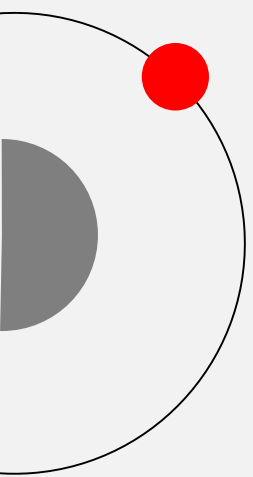


พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization energy, IE)

พลังงานแตกตัวเป็นไอออน

“ พลังงานน้อยสุดที่ต้องใช้ในการดึงเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมในสถานะแก๊ส ”

อะตอมในสถานะแก๊สสูญเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอน



IE เป็นค่าบอกแนวโน้มของอะตอมที่ชอบเกิดเป็นแคตไอออน

“
อะตอมที่มีค่า IE น้อย มีแนวโน้มชอบเกิดเป็นแคตไอออนได้ดีกว่าอะตอมที่มีค่า IE สูง

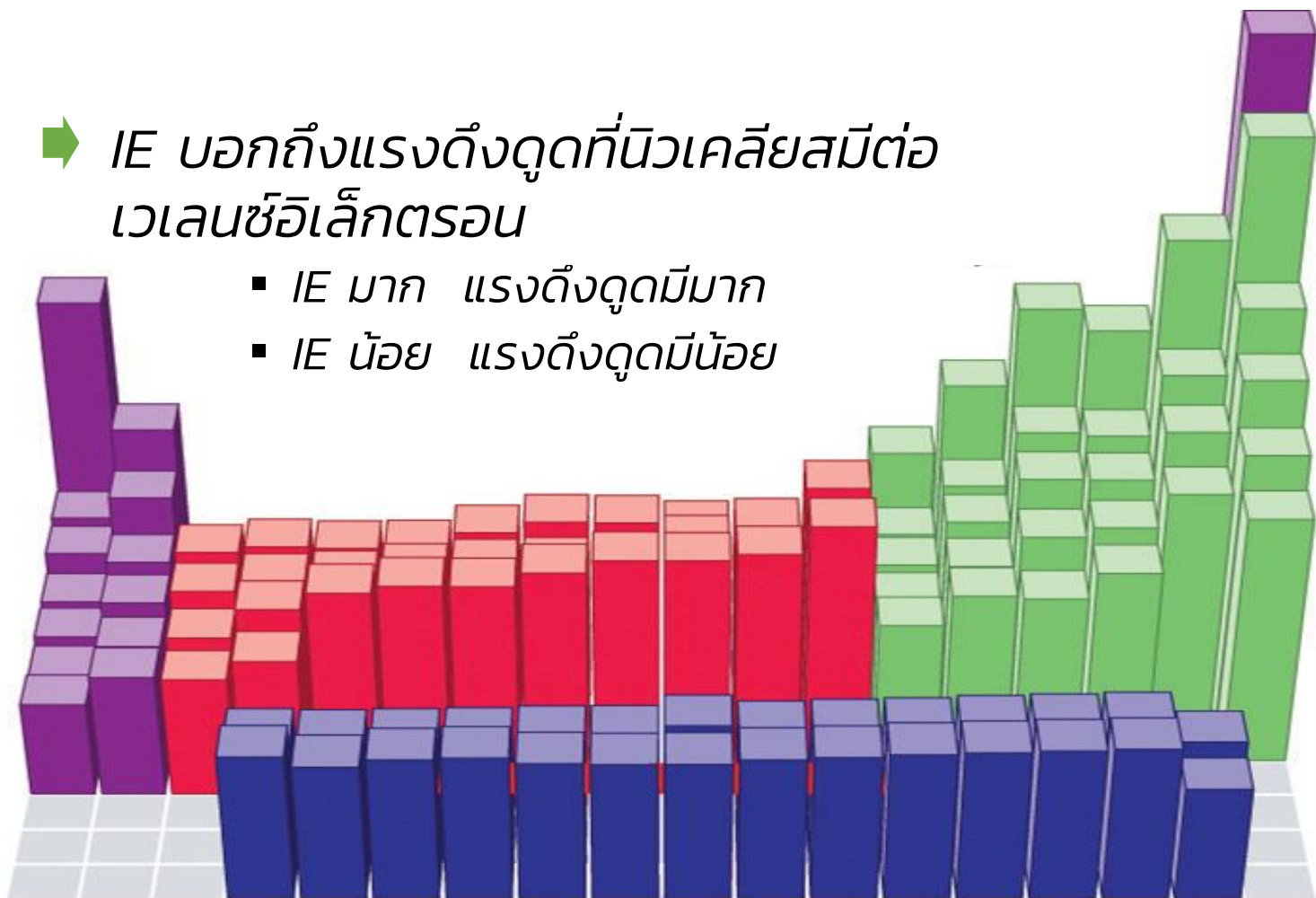
/พลังงานไอออไนเซชันอันดับที่ 1 (IE₁)

1 st Ionization Energy (kJ/mol)																	
H 1,312.0																	He 2372.3
Li 520.2	Be 899.5											B 800.6	C 1086.5	N 1402.3	O 1313.9	F 1681.0	Ne 2080.7
Na 495.8	Mg 737.7											Al 577.5	Si 786.5	P 1011.8	S 999.6	Cl 1251.2	Ar 1520.6
K 418.8	Ca 589.8	Sc 633.1	Ti 658.8	V 650.9	Cr 652.9	Mn 717.3	Fe 762.5	Co 760.4	Ni 737.1	Cu 745.5	Zn 906.4	Ga 578.8	Ge 762	As 947.0	Se 941.0	Br 1139.9	Kr 1350.8
Rb 403.0	Sr 549.5	Y 600	Zr 640.1	Nb 652.1	Mo 684.3	Tc 702	Ru 710.2	Rh 719.7	Pd 804.4	Ag 731.0	Cd 867.8	In 558.3	Sn 708.6	Sb 834	Te 869.3	I 1008.4	Xe 1170.4
Cs 375.7	Ba 502.9	Lu 523.5	Hf 658.5	Ta 761	W 770	Re 760	Os 840	Ir 880	Pt 870	Au 890.1	Hg 1007.1	Tl 589.4	Pb 715.6	Bi 703	Po 812.1	At 899.0	Rn 1037
Fr 380	Ra 509.3	Lr 470	Rf 580	Db -	Sg -	Bh -	Hs -	Mt -	Ds -	Rg -	Cn -	Nh -	Fl -	Mc -	Lv -	Ts -	Og -
			*Lanthanide series	La 538.1	Ce 534.4	Pr 527	Nd 533.1	Pm 540	Sm 544.5	Eu 547.1	Gd 593.4	Tb 565.8	Dy 573.0	Ho 581.0	Er 589.3	Tm 596.7	Yb 603.4
			**Actinide series	Ac 499	Th 587	Pa 568	U 597.6	Np 604.5	Pu 584.7	Am 578	Cm 581	Bk 601	Cf 608	Es 619	Fm 627	Md 635	No 642

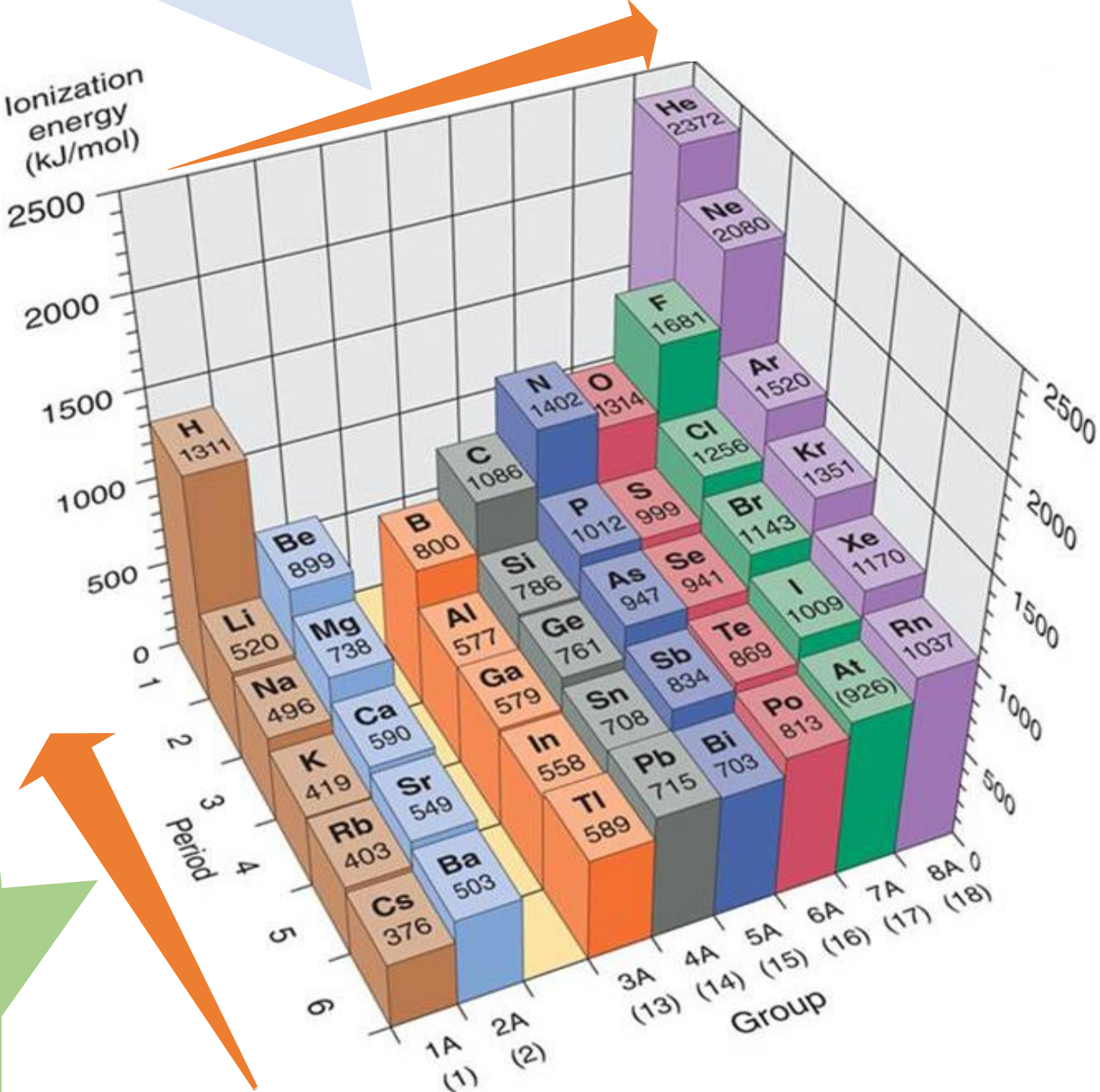
/แนวโน้มพลังงานไอออไนเซชันอันดับที่ 1 (IE_1)

➔ IE บอกถึงแรงดึงดูดที่นิวเคลียสมีต่อ
เวเลนซ์อิเล็กตรอน

- IE มาก แรงดึงดูดมีมาก
- IE น้อย แรงดึงดูดมีน้อย

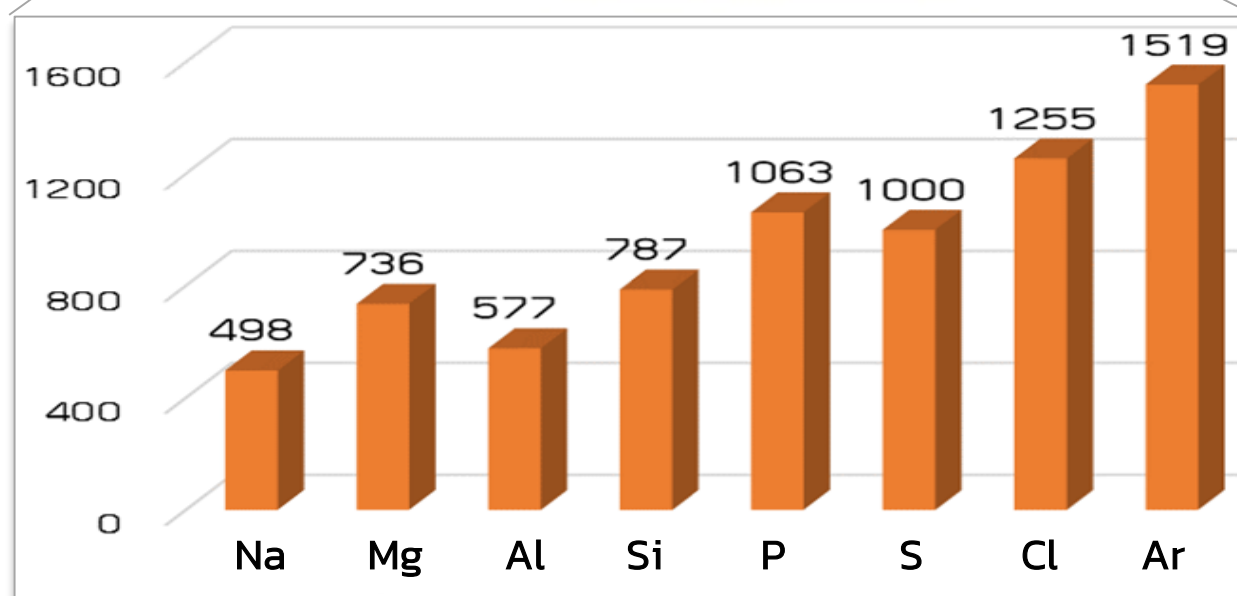
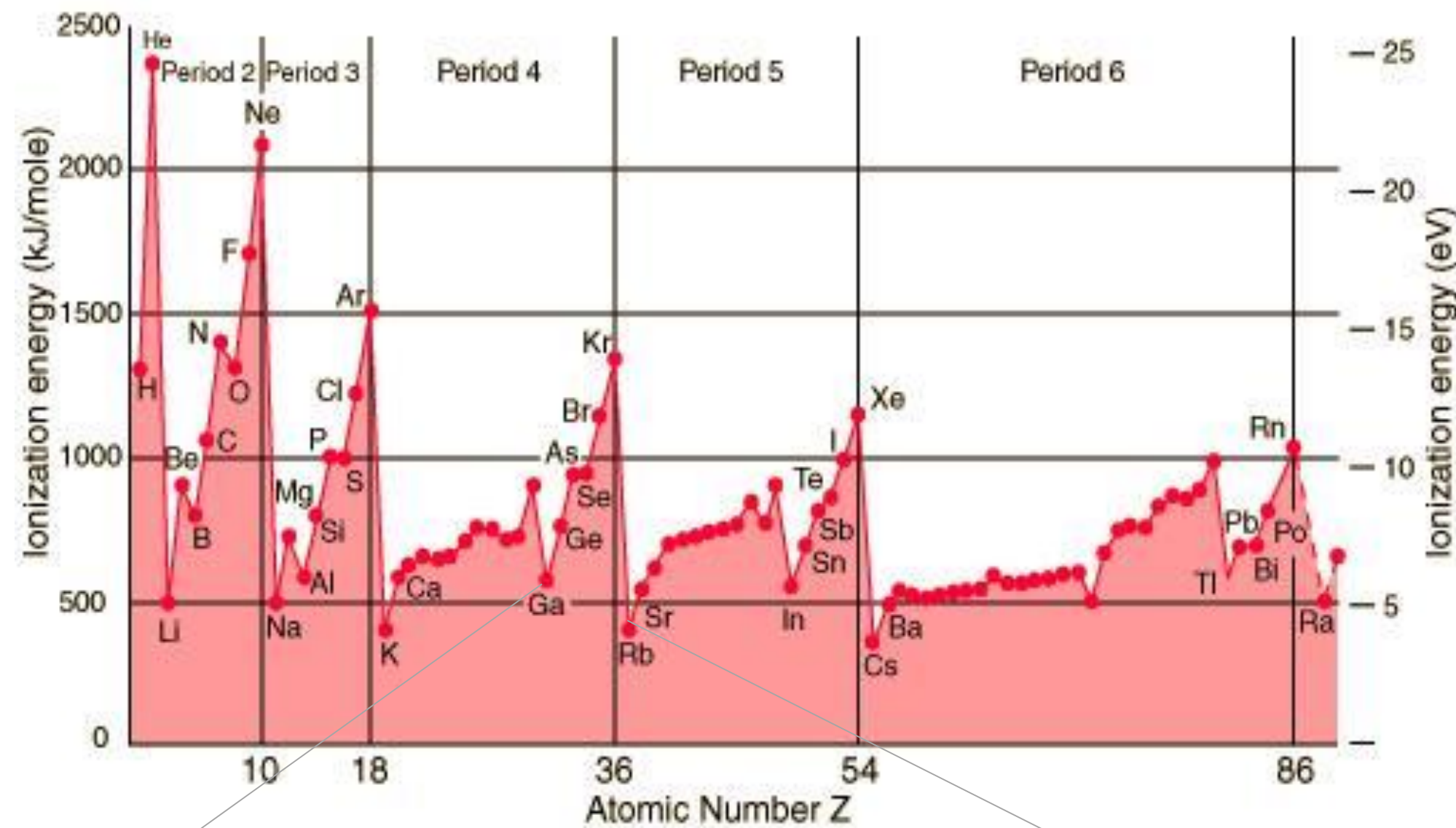


รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนลดลง
จึงทำให้ระยะห่างระหว่างนิวเคลียส
กับอิเล็กตรอนมีค่าน้อยลง



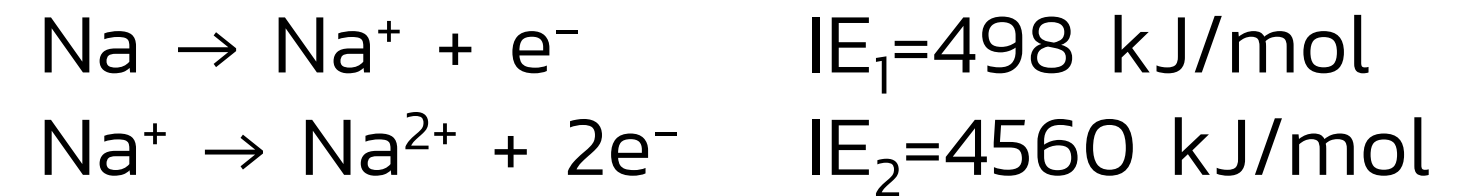
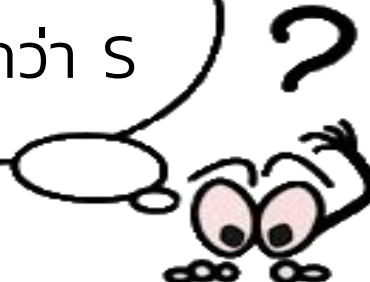
รัศมีวงโคจรของ
อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นตาม
ระดับชั้นพลังงาน ทำให้
ระยะห่างระหว่างนิวเคลียส
กับอิเล็กตรอนมีค่ามากขึ้น

แนวโน้มพลังงาน IE₁



เพราะเหตุใด Mg จึง
มีค่า IE สูงกว่า Al

เพราะเหตุใด P จึง
มีค่า IE สูงกว่า S



เพราะเหตุใด Na ถึงมี IE₂ มากกว่า IE₁ เกือบ 10 เท่า ?

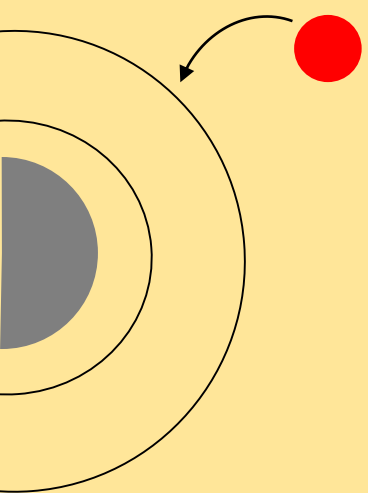


ธาตุ	IE ₁	IE ₂	IE ₃	IE ₄	IE ₅	IE ₆	IE ₇
Na	498	4560	6910	9540	13400	16600	20100
Mg	736	1445	7730	10600	13600	18000	21700
Al	577	1815	2740	11600	15000	18310	23290
Si	787	1575	3220	4350	16100	19800	23800
P	1063	1890	2905	4950	6270	21200	25400
S	1000	2260	3375	4565	6950	8490	27000
Cl	1255	2295	3850	5160	6560	9360	11000
Ar	1519	2665	3945	5770	7230	8780	12000

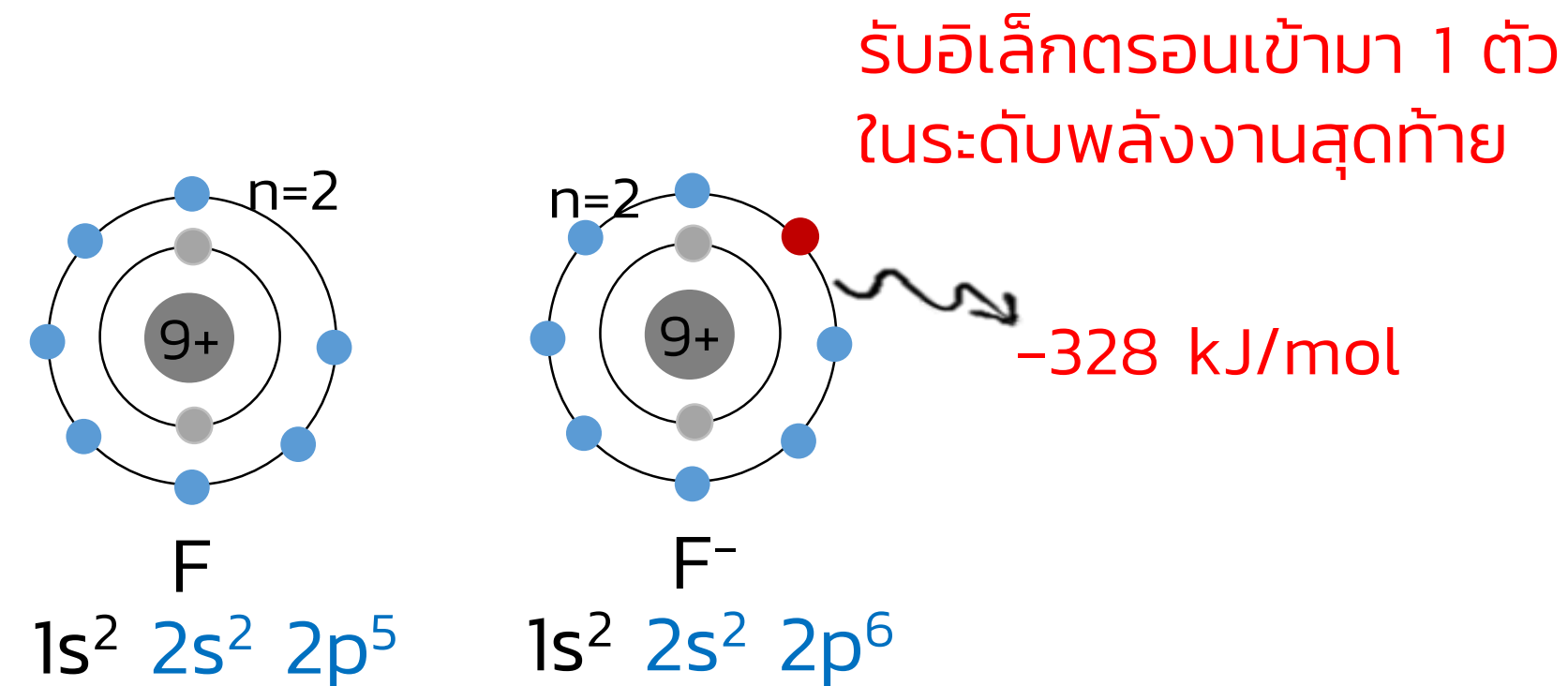
สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron affinity, EA)

“ พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากการรับอิเล็กตรอนของอะตอม แล้วเกิดเป็น แอนไอออน ”

อะตอมในสภาวะแก๊สรับอิเล็กตรอนเข้ามาในวงเวเลนซ์

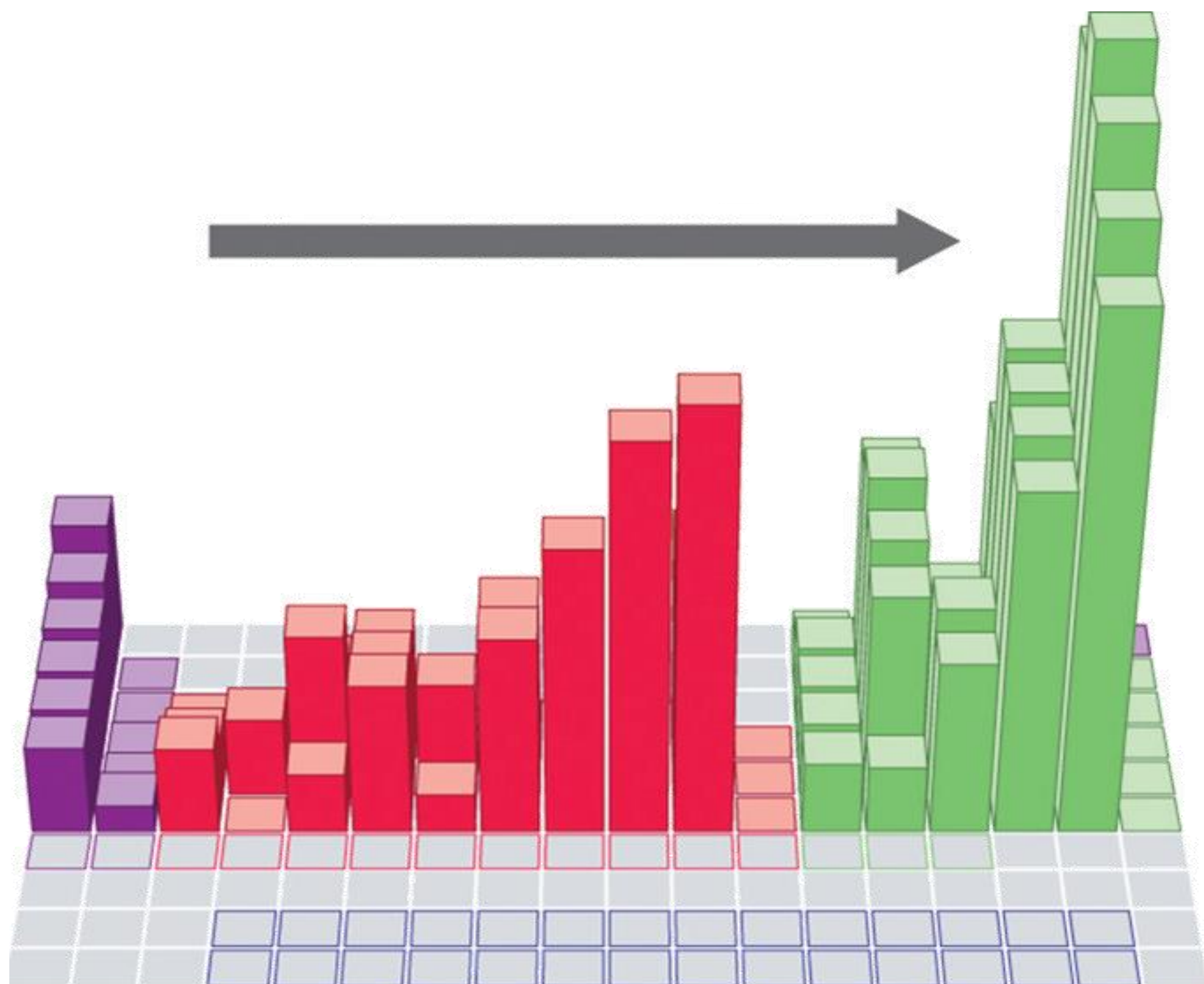


- ค่า EA บอกความยากง่ายที่อะตอมจะรับอิเล็กตรอนเข้ามาเพิ่มในวงเวเลนซ์
- กำหนดให้ค่า EA มีเครื่องหมายเป็นลบ (เนื่องจากการคายพลังงาน)
- ค่า EA เป็นเลขลบค่ามาก แสดงว่าอะตอมนั้นสามารถรับอิเล็กตรอนได้ดีหรือชอบรับอิเล็กตรอน เกิดเป็นแอนไอออนได้ง่าย



EA เป็นค่าบอกแนวโน้มของอะตอมชอบเป็นแอนไอออน

“ อะตอมที่มี EA มาก มีแนวโน้มชอบเกิดเป็น anion ได้ดีกว่าอะตอมที่มี EA น้อย ”



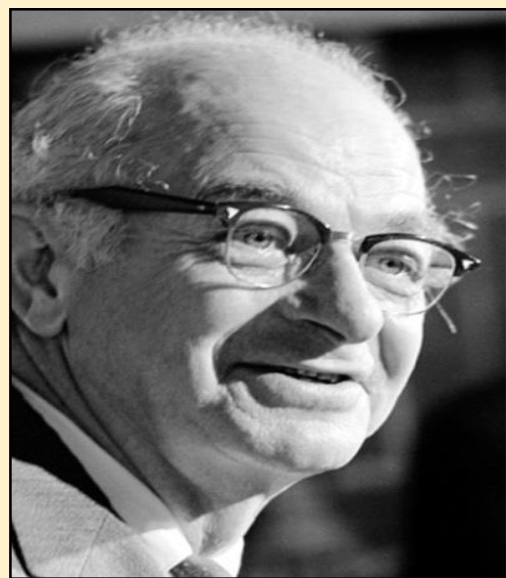
A 2D periodic table with color-coded blocks. An orange arrow points from the 3D chart to this table. The table is organized into groups (A) and periods (1-8). The elements are color-coded: purple for noble gases, blue for nonmetals, red for halogens, green for chalcogens, orange for metals, and grey for transition metals.

1A (1)	2A (2)	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)
H -72.8							He (0.0)
Li -59.6	Be ≤0	B -26.7	C -122	N +7	O -141	F -328	Ne (+29)
Na -52.9	Mg ≤0	Al -42.5	Si -134	P -72.0	S -200	Cl -349	Ar (+35)
K -48.4	Ca -2.37	Ga -28.9	Ge -119	As -78.2	Se -195	Br -325	Kr (+39)
Rb -46.9	Sr -5.03	In -28.9	Sn -107	Sb -103	Te -190	I -295	Xe (+41)
Cs -45.5	Ba -13.95	Tl -19.3	Pb -35.1	Bi -91.3	Po -183	At -270	Rn (+41)

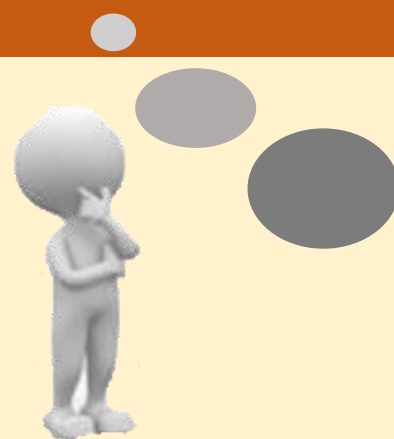
หมายเหตุ เครื่องหมายลบ หมายถึง การคายพลังงาน

สภาพไฟฟ้าลบ (Electronegativity, EN)

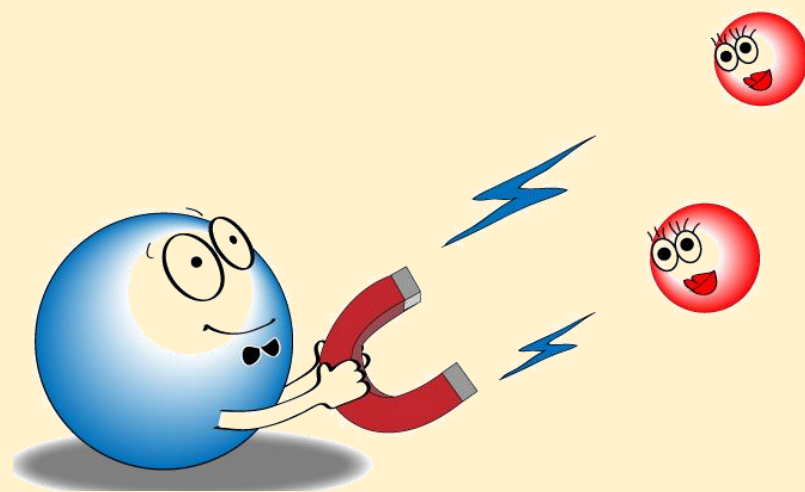
“ ค่าแสดงความสามารถของอะตอมในการดึงอิเล็กตรอนเข้าหาตัวเอง ”



Linus Pauling
(Nobel Prize in chemistry, 1954)

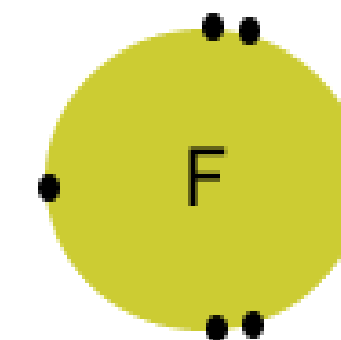
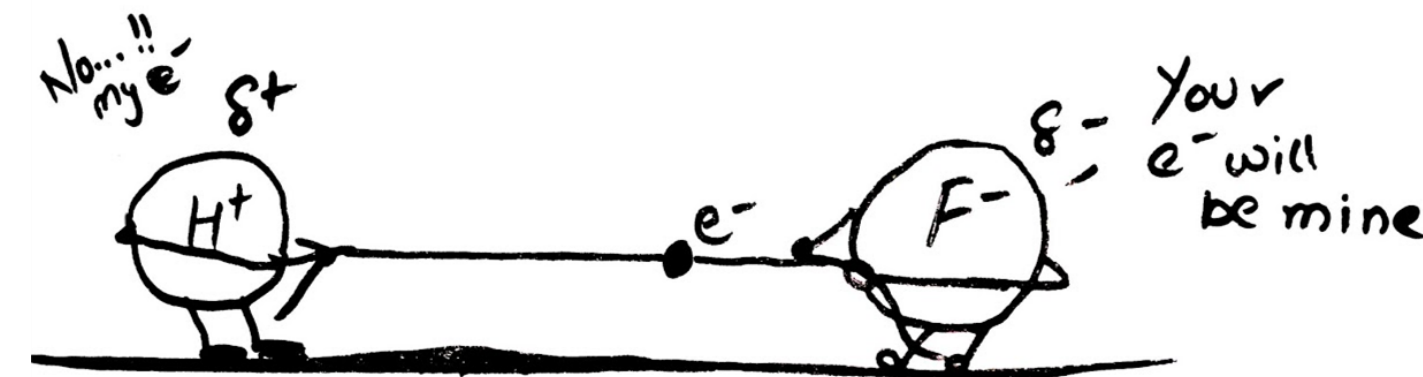


ถ้าเช่นนั้น...
ธาตุที่มีค่า EN สูงกว่าจะดึง
อิเล็กตรอนได้ดีกว่า...นะซี



ความแตกต่างความสามารถของอะตอมในการดึงอิเล็กตรอนของแต่ละธาตุ ทำให้เกิดผลที่แตกต่างกัน

- ดึงอิเล็กตรอนอย่างสมบูรณ์ เกิดเป็น แคตไอออนและแอนไอออน
- ดึงอิเล็กตรอนไม่สมบูรณ์ เกิดเป็น เสมือนแคตไอออน (δ^+) และ เสมือนแอนไอออน (δ^-)

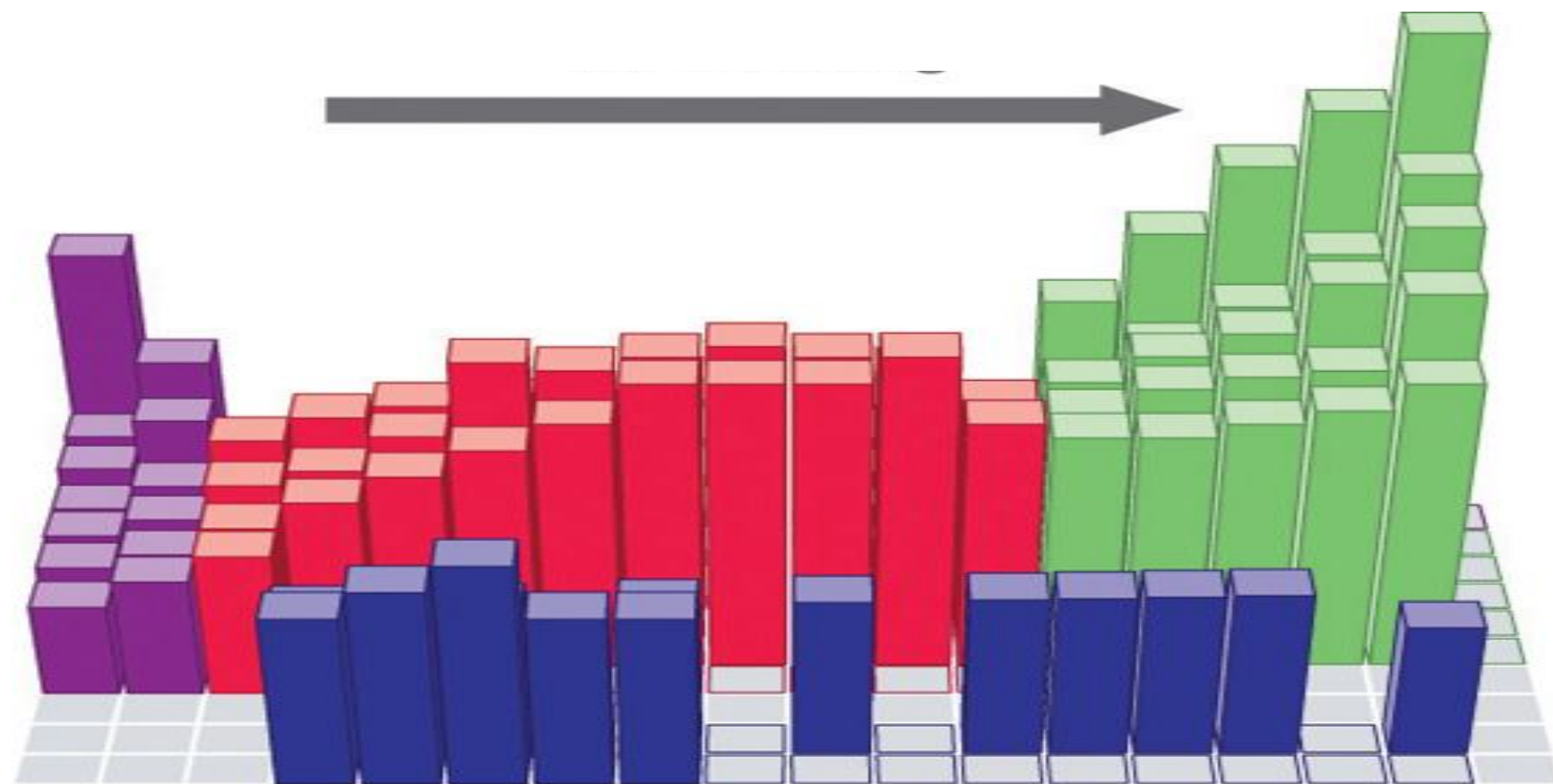
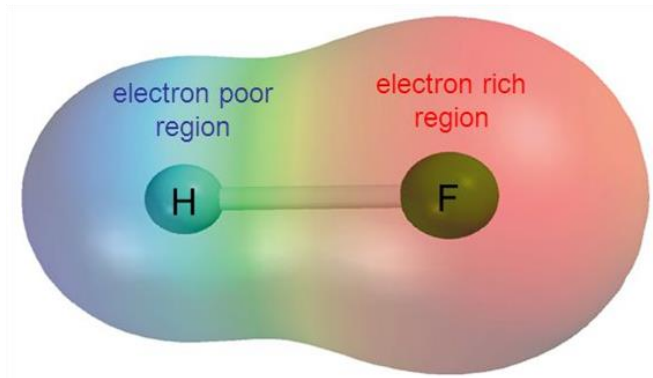


Hydrogen 1 H 2.20																Tungsten 74 W 2.36											Helium 2 He					
Lithium 3 Li 0.98	Beryllium 4 Be 9.01																										Boron 5 B 2.04	Carbon 6 C 2.55	Nitrogen 7 N 3.04	Oxygen 8 O 3.44	Fluorine 9 F 3.98	Neon 10 Ne
Sodium 11 Na 0.93	Magnesium 12 Mg 1.31																										Aluminium 13 Al 1.61	Silicon 14 Si 1.90	Phosphorus 15 P 2.19	Sulfur 16 S 2.58	Chlorine 17 Cl 3.16	Argon 18 Ar
Potassium 19 K 0.82	Calcium 20 Ca 1.00	Scandium 21 Sc 1.36	Titanium 22 Ti 1.54	Vanadium 23 V 1.63	Chromium 24 Cr 1.66	Manganese 25 Mn 1.55	Iron 26 Fe 1.83	Cobalt 27 Co 1.88	Nickel 28 Ni 1.91	Copper 29 Cu 1.90	Zinc 30 Zn 1.65	Gallium 31 Ga 1.81	Germanium 32 Ge 2.01	Arsenic 33 As 2.18	Selenium 34 Se 2.55	Bromine 35 Br 2.16	Krypton 36 Kr 3.00															
Rubidium 37 Rb 0.82	Strontium 38 Sr 0.95	Yttrium 39 Y 1.22	Zirconium 40 Zr 1.33	Niobium 41 Nb 1.6	Molybdenum 42 Mo 2.16	Technetium 43 Tc 1.9	Ruthenium 44 Ru 2.2	Rhodium 45 Rh 2.28	Palladium 46 Pd 2.20	Silver 47 Ag 1.93	Cadmium 48 Cd 1.69	Indium 49 In 1.78	Tin 50 Sn 1.96	Antimony 51 Sb 2.05	Tellurium 52 Te 2.1	Iodine 53 I 2.66	Xenon 54 Xe 2.60															
Cesium 55 Cs 0.79	Barium 56 Ba 0.89	Lutetium 71 Lu 1.10	Hafnium 72 Hf 1.3	Tantalum 73 Ta 1.5	Tungsten 74 W 2.36	Rhenium 75 Re 1.9	Osmium 76 Os 2.2	Iridium 77 Ir 2.20	Platinum 78 Pt 2.28	Gold 79 Au 2.54	Mercury 80 Hg 2.00	Thallium 81 Tl 1.62	Lead 82 Pb 2.33	Bismuth 83 Bi 2.02	Polonium 84 Po 2.0	Astatine 85 At 2.2	Radon 86 Rn 2.2															
Francium 87 Fr 0.70	Radium 88 Ra 0.9	Lawrencium 103 Lr	Rutherfordium 104 Rf	Dubnium 105 Db	Seaborgium 106 Sg	Bohrium 107 Bh	Hassium 108 Hs	Meitnerium 109 Mt	Darmstadtium 110 Ds	Roentgenium 111 Rg	Copernicium 112 Cn	Nihonium 113 Nh	Flerovium 114 Fl	Moscovium 115 Mc	Livermorium 116 Lv	Tennessine 117 Ts	Oganesson 118 Og															

*Lanthanide series		Lanthanum 57 La 1.1	Cerium 58 Ce 1.12	Praseodymium 59 Pr 1.13	Neodymium 60 Nd 1.14	Promethium 61 Pm 1.13	Samarium 62 Sm 1.17	Europium 63 Eu 1.2	Gadolinium 64 Gd 1.2	Terbium 65 Tb 1.21	Dysprosium 66 Dy 1.22	Holmium 67 Ho 1.23	Erbium 68 Er 1.24	Thulium 69 Tm 1.25	Ytterbium 70 Yb 1.1		
**Actinide series		Actinium 89 Ac 1.1	Thorium 90 Th 1.3	Protactinium 91 Pa 1.5	Uranium 92 U 1.38	Neptunium 93 Np 1.36	Plutonium 94 Pu 1.28	Americium 95 Am 1.28	Curium 96 Cm 1.28	Berkelium 97 Bk 1.3	Californium 98 Cf 1.3	Einsteinium 99 Es 1.3	Fermium 100 Fm 1.3	Mendelevium 101 Md 1.3	Nobelium 102 No 1.3		

This figure was created by Dr.Woravith Chansuvarn

/แนวนับค่าสภาพไฟฟ้าลบ (EN)

[illegible]

โดยกำหนดธาตุที่มีค่า EN สูงสุด
คือ F (มีค่า EN=3.98)