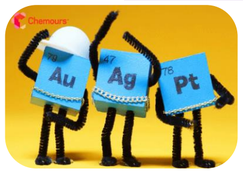
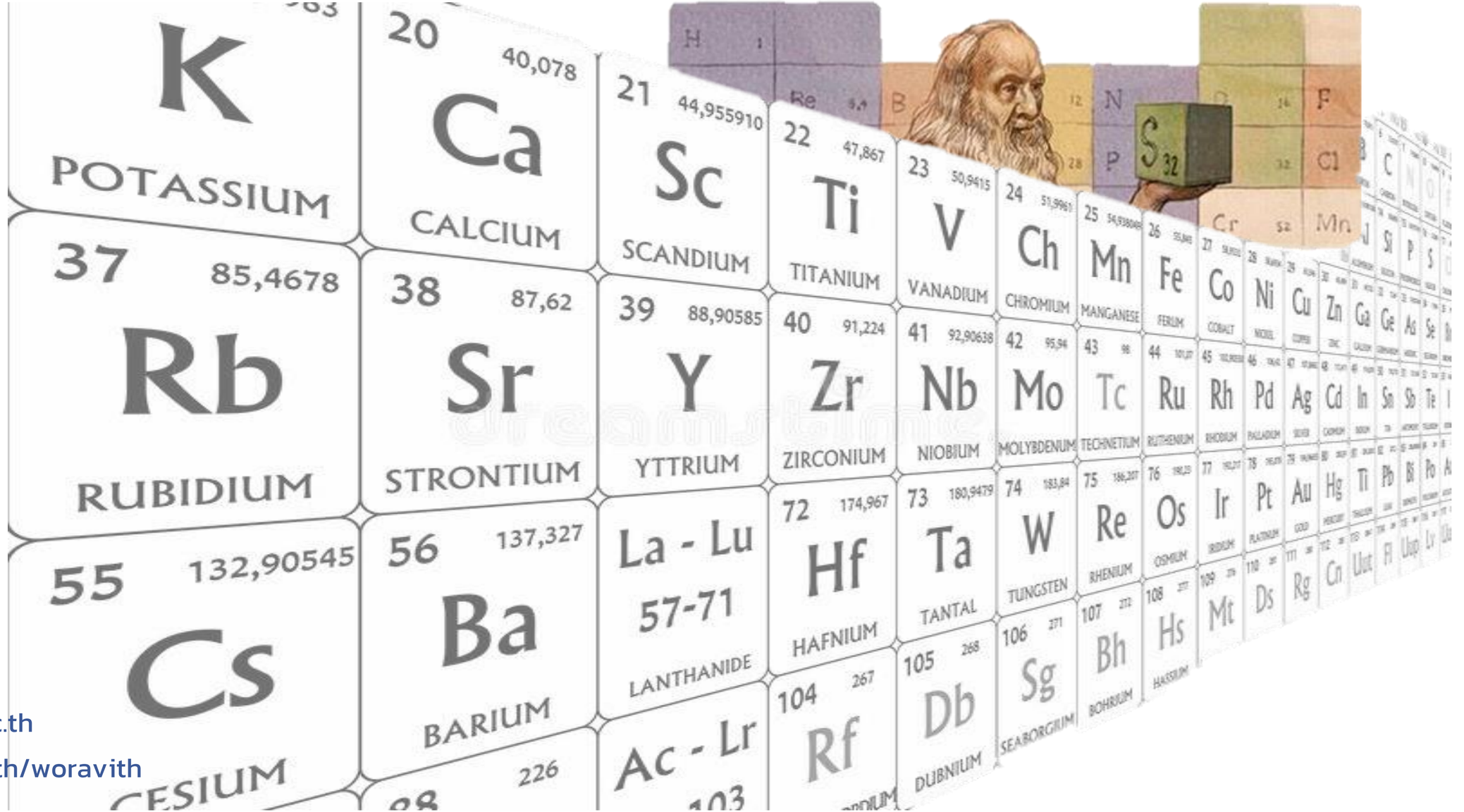


สมบัติพีริออดิก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ

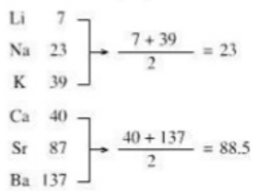
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Chemographics
LINE woravith
woravith.c@rmutp.ac.th
http://web.rmutp.ac.th/woravith



Dobereiner

หลักไตรภาคีธาตุ

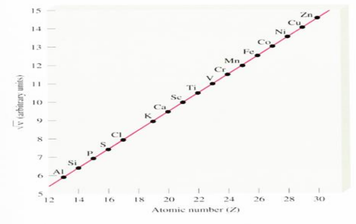


Mendeleev

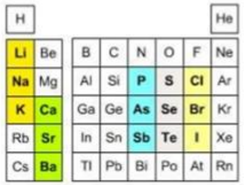
ถ้าเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปหามาก ธาตุที่มีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพคล้ายกันจะปรากฏอยู่ตรงกันเป็นช่วงๆ”

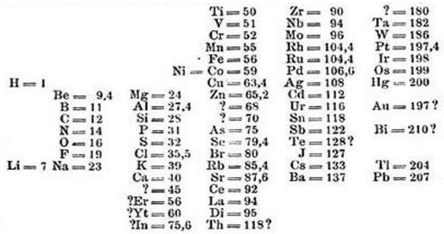
Moseley

law of atomic number



ธาตุจัดเรียงตามเลขอะตอม มีความสัมพันธ์กว่าเรียงตามมวลอะตอม



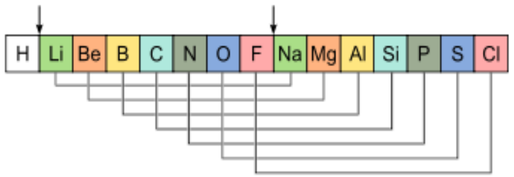


1789 | 1829 | 1865 | 1869 | 1870 | 1913 | 2016

ลาวัวซีเย รวบรวมธาตุต่างๆ ที่ได้มีการค้นพบและพิสูจน์ทราบเอกลักษณ์แล้วได้ 23 ธาตุ

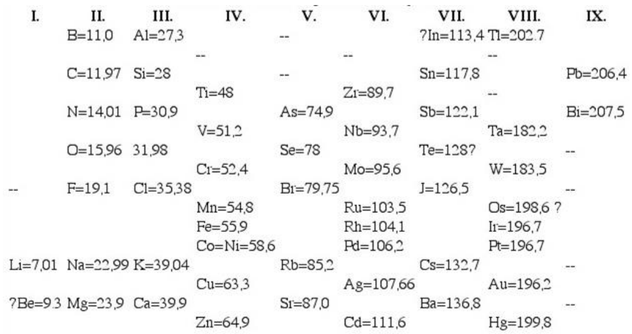
Newlands

law of octaves “ธาตุลำดับที่ 8 จะมีสมบัติคล้ายกับธาตุลำดับที่ 1” (ไม่นับรวม H)



Meyer

มีแนวคิดเหมือนกับ Mendeleev



มีการยอมรับทั้งสิ้น 118 ธาตุ

ปี 1871 Mendeleev ปรับปรุงตารางธาตุ โดยมีการเว้นช่องว่างสำหรับธาตุที่ยังไม่ค้นพบในเวลานั้น แต่เชื่อว่ามีธาตุนั้นและทำนายสมบัติเอาไว้

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	—	— — — —

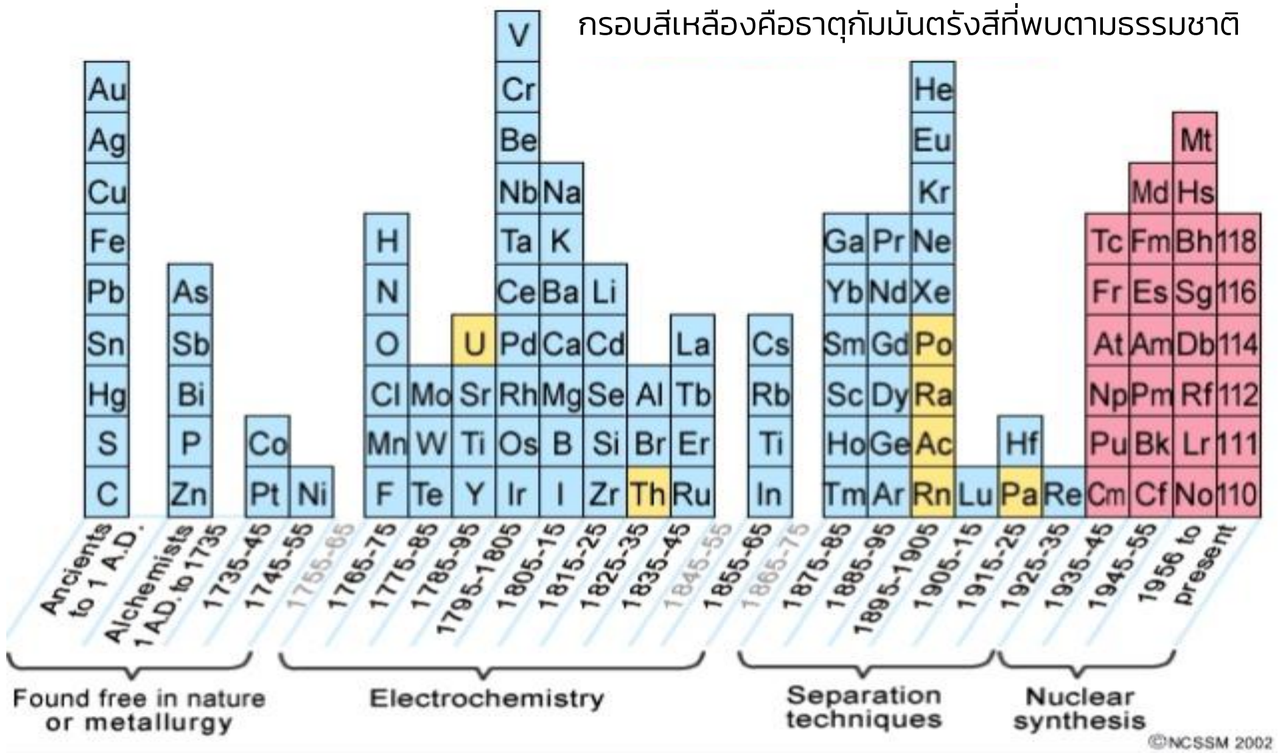
ที่มา : http://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php

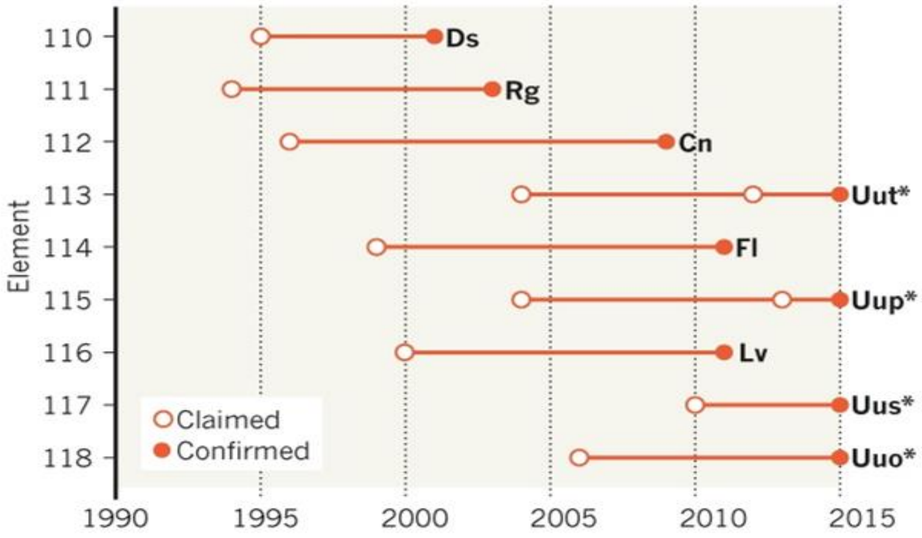
Property	Mendeleev's Predictions for Eka-Silicon (made in 1871)	Observed Properties of Germanium (discovered in 1886)
Atomic weight	72	72.59
Density (g/cm^3)	5.5	5.35
Specific heat (J/g-k)	0.305	0.309
Melting point (°C)	High	947
Color	Dark gray	Grayish white
Formula of oxide	XO_2	GeO_2
Density of oxide (g/cm^3)	4.7	4.70
Formula of chloride	XCl_4	$GeCl_4$
Boiling point of chloride (°C)	A little under 100	84

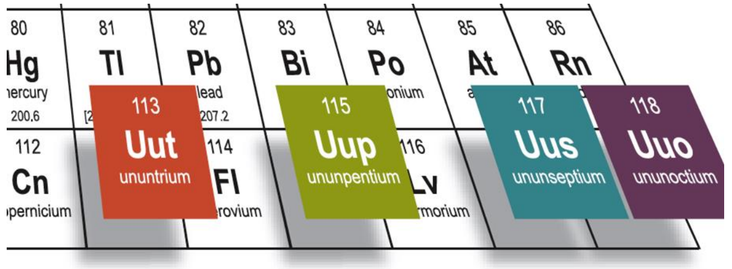
- เมนเดเลเยฟได้เผยแพร่ตารางธาตุฉบับปรับปรุงในปี 1906 สืบเนื่องมีการค้นพบแก๊สอาร์กอน (Ar) ในปี 1895

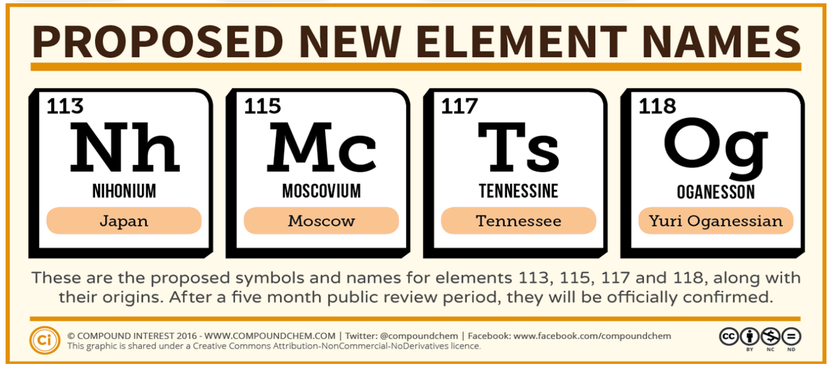
ช่วงระยะเวลาการค้นพบธาตุและการพิสูจน์เอกลักษณ์ในด้านต่างๆ เพื่อยืนยันธาตุใหม่

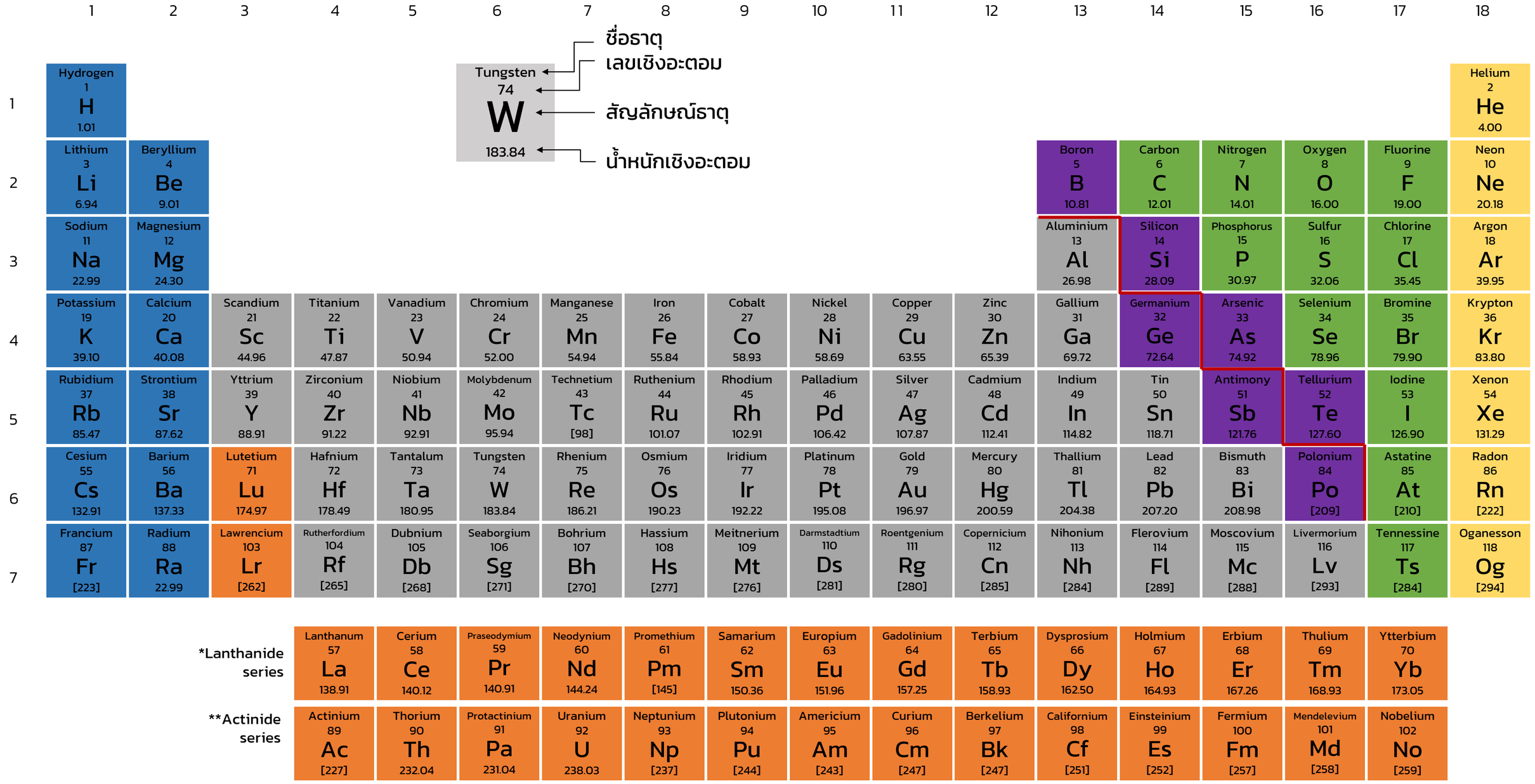
กรอบสีเหลืองคือธาตุกัมมันตรังสีที่พบตามธรรมชาติ

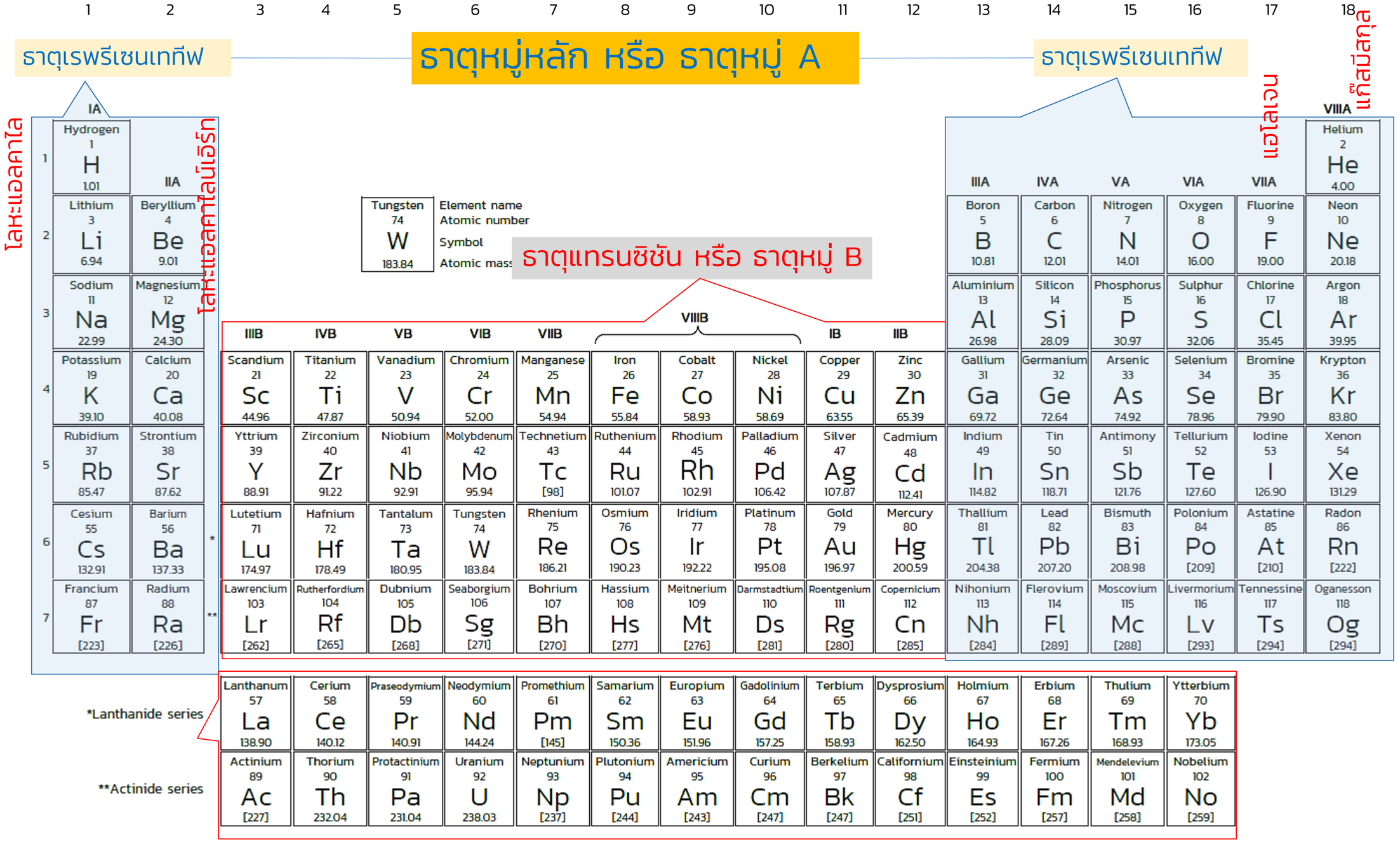









1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
Tungsten
74
W
183.84
ชื่อธาตุ
เลขเชิงอะตอม
สัญลักษณ์ธาตุ
น้ำหนักเชิงอะตอม
Hydrogen 1 H 1.01
Helium 2 He 4.00
Lithium 3 Li 6.94
Beryllium 4 Be 9.01
Boron 5 B 10.81
Carbon 6 C 12.01
Nitrogen 7 N 14.01
Oxygen 8 O 16.00
Fluorine 9 F 19.00
Neon 10 Ne 20.18
Sodium 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
Neodynium 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]


ธาตุเรพรีเซนเททีฟ
ธาตุหมู่หลัก หรือ ธาตุหมู่ A
ธาตุเรพรีเซนเททีฟ
ธาตุแทรนซิชัน หรือ ธาตุหมู่ B
โลหะแอลคาไล
โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท
แฮโลเจน
แก๊สมีสกุล
Element name
Atomic number
Symbol
Atomic mass
*Lanthanide series
**Actinide series

คาบ	สัญลักษณ์ธาตุ	การจัดเรียงอิเล็กตรอน
1	$_{1}H$	$1s^1$
	$_{2}He$	$1s^2$
2	$_{3}Li$	$1s^2\ 2s^1$
	$_{4}Be$	$1s^2\ 2s^2$
	$_{5}B$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
	$_{6}C$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
	$_{7}N$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
	$_{8}O$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
	$_{9}F$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
	$_{10}Ne$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
3	$_{11}Na$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
	$_{12}Mg$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$
	$_{13}Al$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$
	$_{14}Si$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$
	$_{15}P$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$
	$_{16}S$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$
	$_{17}Cl$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$
	$_{18}Ar$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

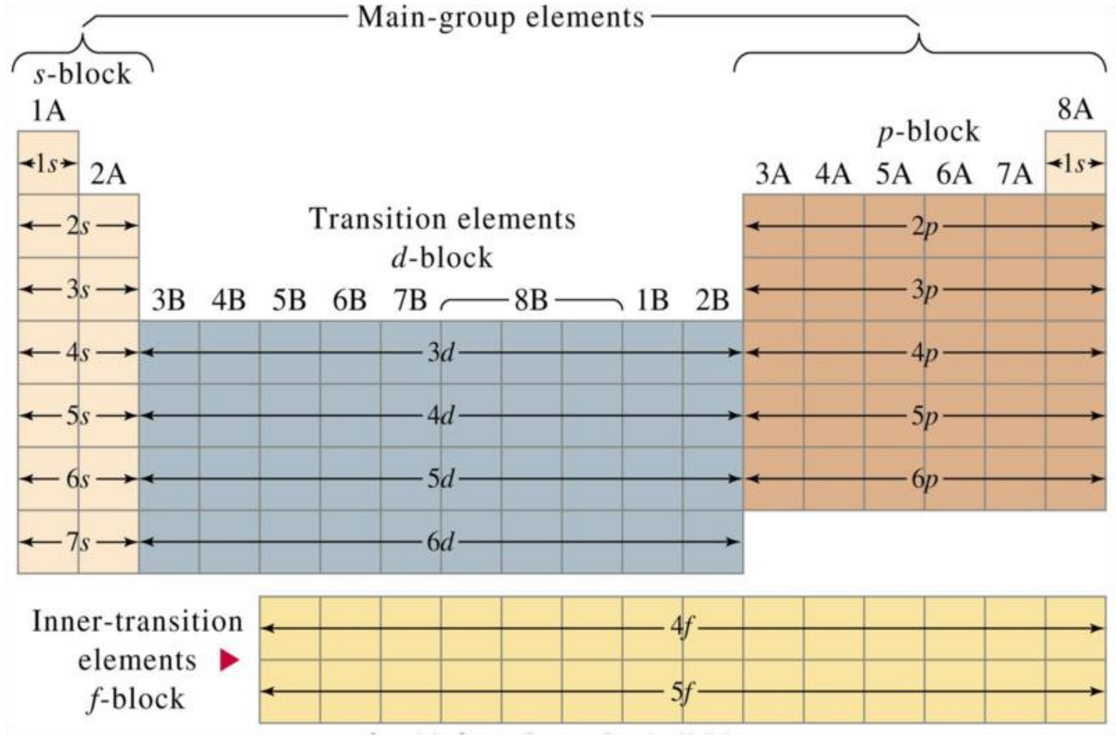
แบ่งกลุ่มตามการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น ดังนี้

s-block ธาตุหมู่ 1A-2A

p-block ธาตุหมู่ 3A-8A

d-block ธาตุหมู่ แทรนซิชัน

f-block อนุกรมแลนทาไนด์และแอกทิไนด์



ธาตุโลหะ

ธาตุอโลหะ

(ยกเว้น H)

ธาตุกึ่งโลหะ

	IA	IIA										IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	Hydrogen 1 H 1.01 (H เป็นอโลหะ)																Helium 2 He 4.00
2	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
3	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
4	Potassium 19 K 39.10	Calcium 20 Ca 40.08	IIIB Scandium 21 Sc 44.96	IVB Titanium 22 Ti 47.87	VB Vanadium 23 V 50.94	VIB Chromium 24 Cr 52.00	VIIB Manganese 25 Mn 54.94	VIIIB Iron 26 Fe 55.84	VIIIB Cobalt 27 Co 58.93	VIIIB Nickel 28 Ni 58.69	IB Copper 29 Cu 63.55	IIB 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
5	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
6	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]
7	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	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
**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]

ธาตุโลหะ

- สถานะของแข็ง (ยกเว้น Hg เป็นของเหลว)
- มีผิวที่มันวาว
- นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี
- มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง (ช่วงอุณหภูมิระหว่างจุดหลอมเหลวกับจุดเดือดจะต่างกันมาก)
- โลหะมีความแข็ง เหนียว สามารถรีดให้เป็นแผ่นบางหรือดึงเป็นเส้น ได้โดยไม่แตกหัก
- โลหะที่มีความหนาแน่นมาก จะเรียกว่า โลหะหนัก เช่น เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) ส่วนโลหะที่มีความหนาแน่นน้อยจะเรียกว่า โลหะเบา เช่น อะลูมิเนียม (Al) แมกนีเซียม (Mg)
- โลหะส่วนใหญ่เมื่อวางทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศและความชื้นจะเกิดสนิม
- โลหะส่วนใหญ่สามารถทำปฏิกิริยากับกรด ทำให้เกิดการสึกกร่อนได้

ธาตุกึ่งโลหะ

- มีสถานะของแข็ง แต่เปราะคล้ายอโลหะ
- บางชนิดมีผิวมันวาวคล้ายโลหะ
- มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดค่อนข้างสูง คล้ายโลหะ
- นำไฟฟ้าได้เล็กน้อยที่อุณหภูมิปกติแต่ที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะนำไฟฟ้าได้มากขึ้น

ธาตุอโลหะ

- มีทั้งสามสถานะ
- สมบัติส่วนใหญ่จะตรงข้ามกับโลหะ
- มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ
- เปราะแตกง่าย
- ตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นไม่ได้
- ไม่นำไฟฟ้าและความร้อน
- เคาะไม่มีเสียงกังวาน
- ส่วนใหญ่มีผิวด้าน ไม่เป็นมันวาว
- มีความหนาแน่นต่ำ
- มีค่า EN สูง จึงรับอิเล็กตรอนได้ง่าย ชอบเกิดเป็นแอนไอออน

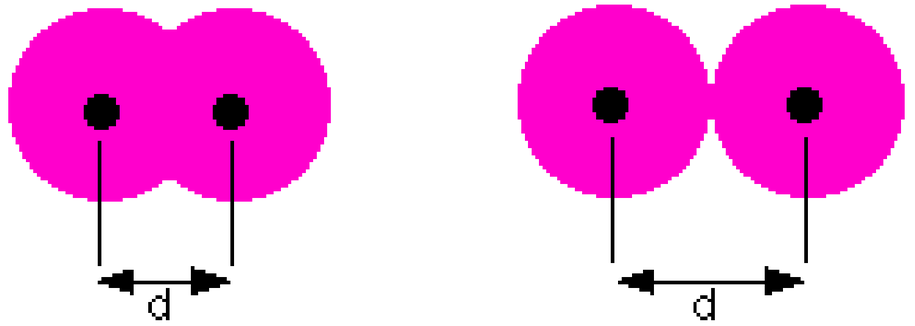
ขนาดอะตอม

“ การวัดขนาดอะตอมจะกำหนดให้อะตอมมีรูปร่างเป็นทรงกลม และบอกขนาดเป็น**รัศมีอะตอม**ตามแรงที่เกิดขึ้นของพันธะ ”

อิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส
- จะเคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยความเร็วสูง
- ไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอน
- ไม่สามารถกำหนดขอบเขตที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้
- สามารถเกิดแรงยึดเหนี่ยวได้หลายแบบ (ไอออน โคเวเลนซ์ โลหะ และแวนเดอร์วาลส์)

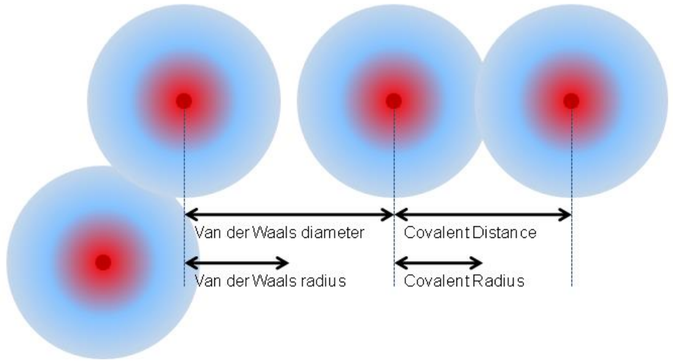
รัศมีอะตอม เท่ากับ ครึ่งหนึ่งของระยะห่างนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมไว้ด้วยกัน

รัศมีโคเวเลนซ์ – ครึ่งของความยาวพันธะ
รัศมีแวนเดอร์วาลส์ – ครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมที่อยู่ใกล้ที่สุด
รัศมีไอออน – ระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของไอออนคู่หนึ่ง ๆ ที่มีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันในโครงผลึก



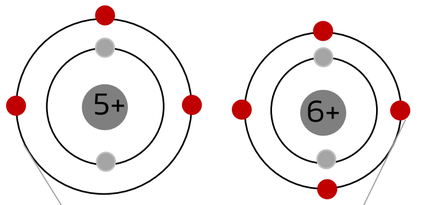
รัศมีโคเวเลนซ์
รัศมีโลหะ

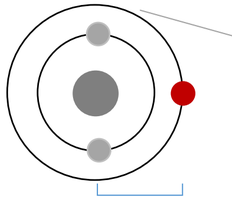
รัศมีแวนเดอร์วาลส์
รัศมีไอออน



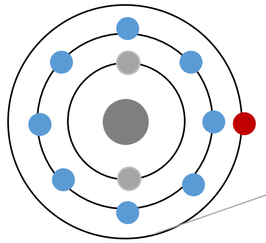
/แนวโน้มขนาดรัศมีอะตอม (หน่วย pm)

มีจำนวนประจุบวกในนิวเคลียสเพิ่มขึ้น ทำให้นิวเคลียสมีแรงดึงดูดอิเล็กตรอนมาก จึงทำให้รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนลดลง





167 pm



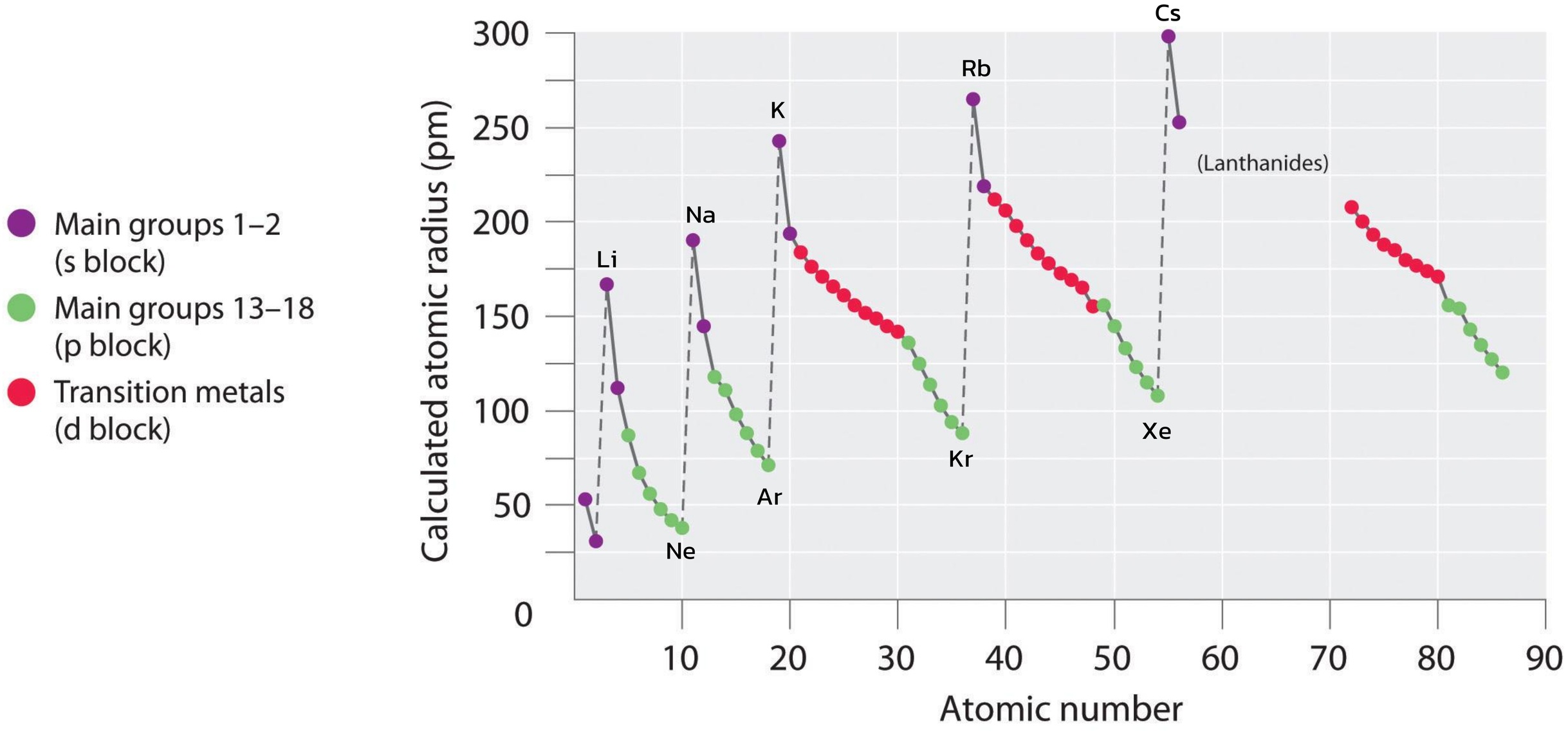
190 pm

ธาตุแทรนซิชันในคาบเดียวกันมีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน เนื่องจาก e เพิ่มวงในที่ละหนึ่งตัว

- ชั้นระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นคาบละ 1 ชั้น
- การเพิ่มจำนวนระดับพลังงาน (n) เป็นปัจจัยที่สำคัญกว่าการเพิ่มประจุบวกที่นิวเคลียส

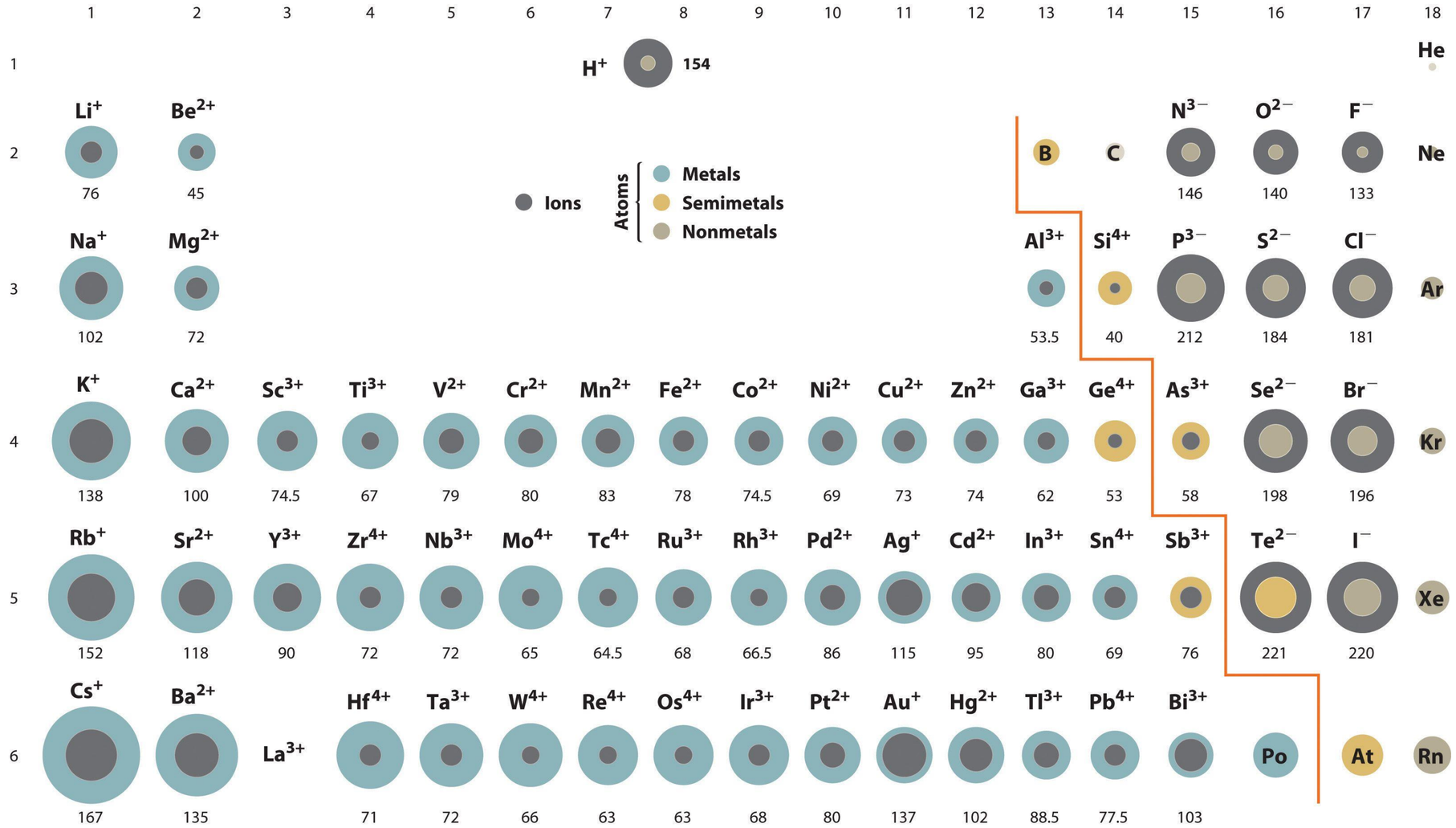
ที่มา: https://saylordotorg.github.io/text_general-chemistry-principles-patterns-and-applications-v1.0/s11-02-sizes-of-atoms-and-ions.html

/แนวโน้มขนาดรัศมีอะตอม (หน่วย pm)



/แนวโน้มขนาดรัศมีไอออน (หน่วย pm)

แคตไอออน (cation) จะมีขนาดเล็กกว่าขนาดอะตอม เนื่องจากสูญเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอน



แอนไอออน (anion) จะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดอะตอม เนื่องจากรับอิเล็กตรอนเข้ามาในวงเวเลนซ์

พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization energy, IE)

พลังงานแตกตัวเป็นไอออน

“ พลังงานน้อยสุดที่ต้องใช้ในการดึงเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมในสภาวะแก๊ส ”

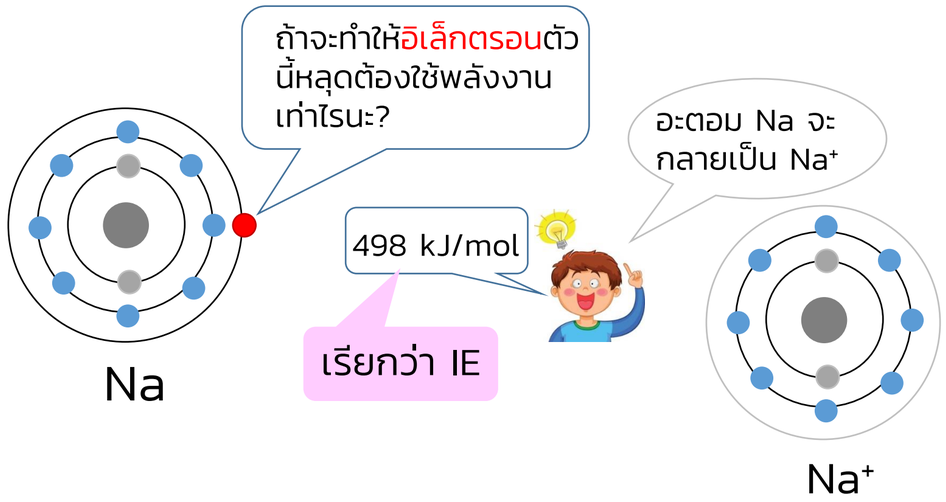
อะตอมในสภาวะแก๊สสูญเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอน

$$M \rightarrow M^{+} + e^{-} \quad IE_1$$

$$M^{+} \rightarrow M^{2+} + e^{-} \quad IE_2$$

$$M^{2+} \rightarrow M^{3+} + e^{-} \quad IE_3$$

$$M^{n+} \rightarrow M^{(n-1)+} + e^{-} \quad IE_{(n-1)}$$



IE เป็นค่าบอกแนวโน้มของอะตอมที่ชอบเกิดเป็นแคตไอออน

”

อะตอมที่มีค่า IE น้อย มีแนวโน้มชอบเกิดเป็นแคตไอออนได้ดีกว่าอะตอมที่มีค่า IE สูง

/พลังงานไอออไนเซชันอันดับที่ 1 (IE_1)

W
770

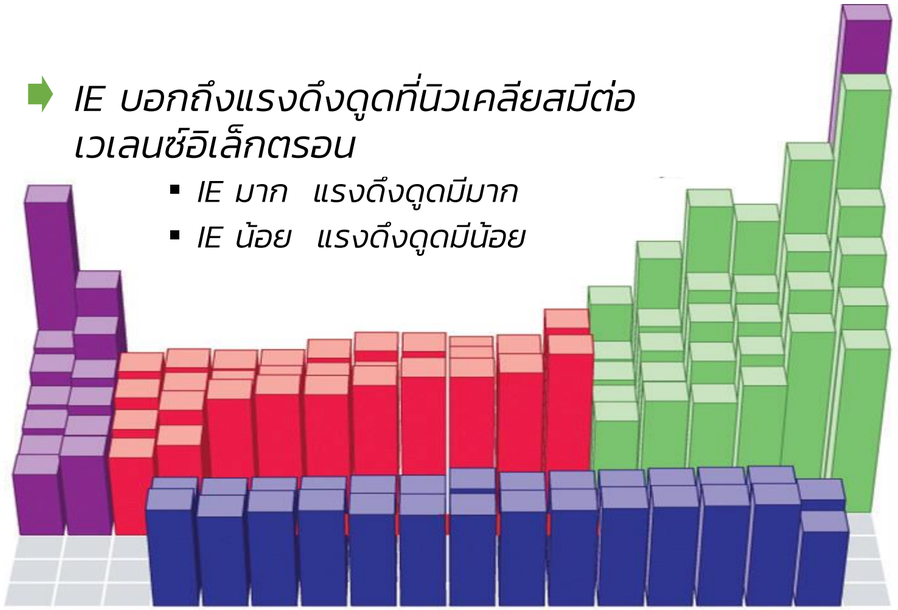
1st Ionization Energy (kJ/mol)

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 -

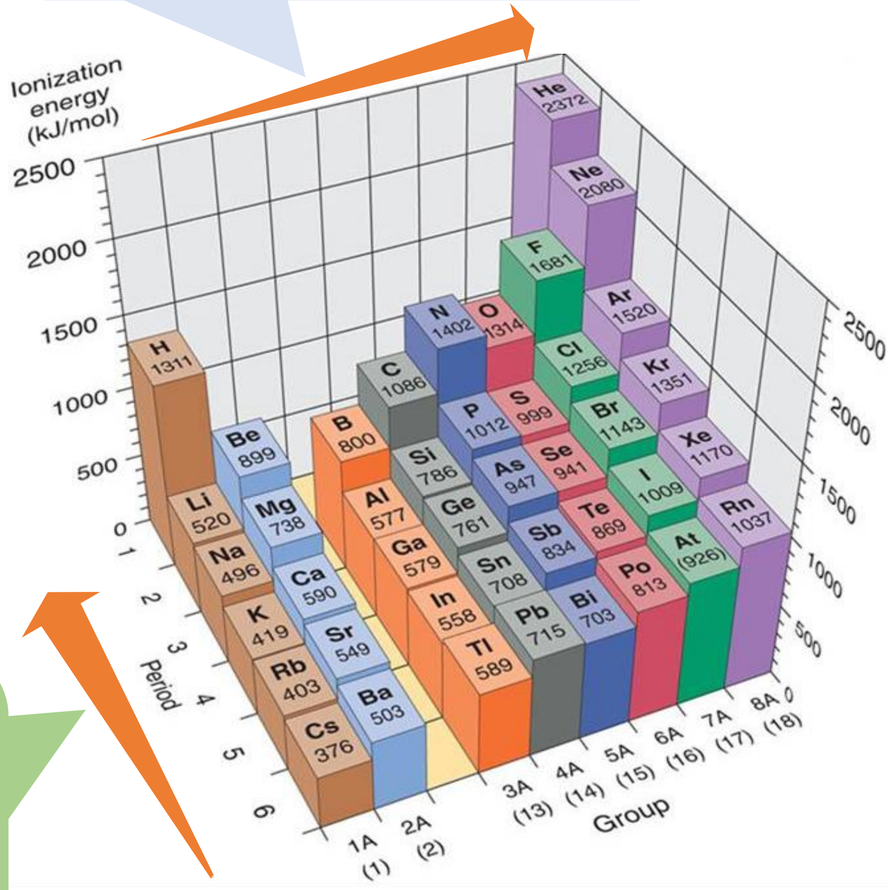
*Lanthanide series	La 538.1	Ce 534.4	Pr 527	Nd 533.1	Pm 540	Sm 544.5	Eu 547.1	Gd 593.4	Tb 565.8	Dy 573.0	Ho 581.0	Er 589.3	Tm 596.7	Yb 603.4
**Actinide series	Ac 499	Th 587	Pa 568	U 597.6	Np 604.5	Pu 584.7	Am 578	Cm 581	Bk 601	Cf 608	Es 619	Fm 627	Md 635	No 642

/แนวโน้มพลังงานไอออไนเซชันอันดับที่ 1 (IE_1)

- *IE บอกถึงแรงดึงดูดที่นิวเคลียสมีต่อเวเลนซ์อิเล็กตรอน*
  - *IE มาก แรงดึงดูดมีมาก*
  - *IE น้อย แรงดึงดูดมีน้อย*

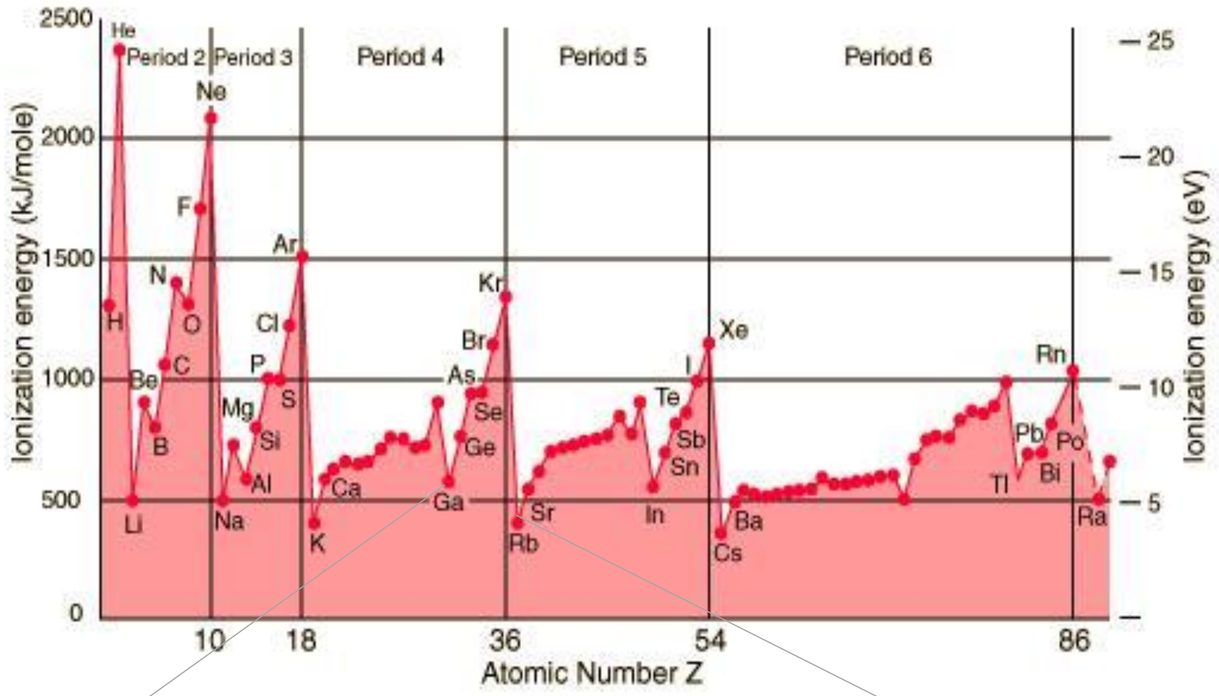


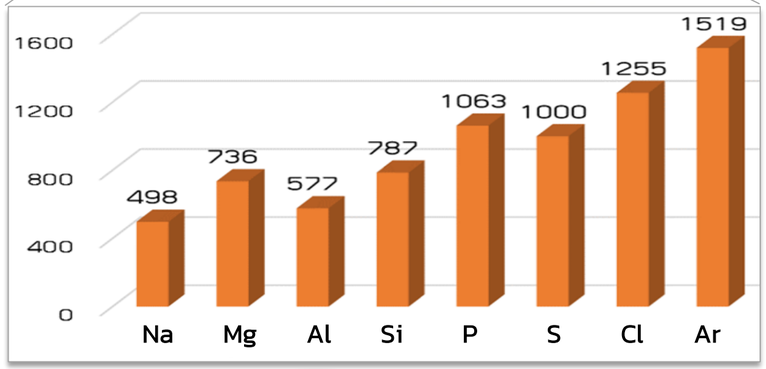
รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนลดลง จึงทำให้ระยะห่างระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนมีค่าน้อยลง



รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นตามระดับชั้นพลังงาน ทำให้ระยะห่างระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนมีค่ามากขึ้น

แนวโน้มพลังงาน IE_1





เพราะเหตุใด Mg จึงมีค่า IE สูงกว่า Al

เพราะเหตุใด P จึงมีค่า IE สูงกว่า S

$Na \rightarrow Na^+ + e^-$ IE_1=498 kJ/mol

$Na^+ \rightarrow Na^{2+} + 2e^-$ IE_2=4560 kJ/mol

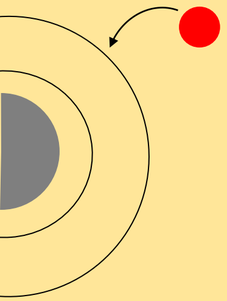
เพราะเหตุใด Na ถึงมี IE_2 มากกว่า IE_1 เกือบ 10 เท่า ?

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** ”

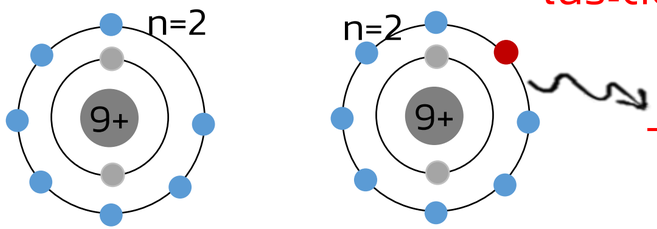
อะตอมในสภาวะแก๊สรับอิเล็กตรอนเข้ามาในวงเวเลนซ์



$$X + e^- \rightarrow X^-$$

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

รับอิเล็กตรอนเข้ามา 1 ตัว ในระดับพลังงานสุดท้าย



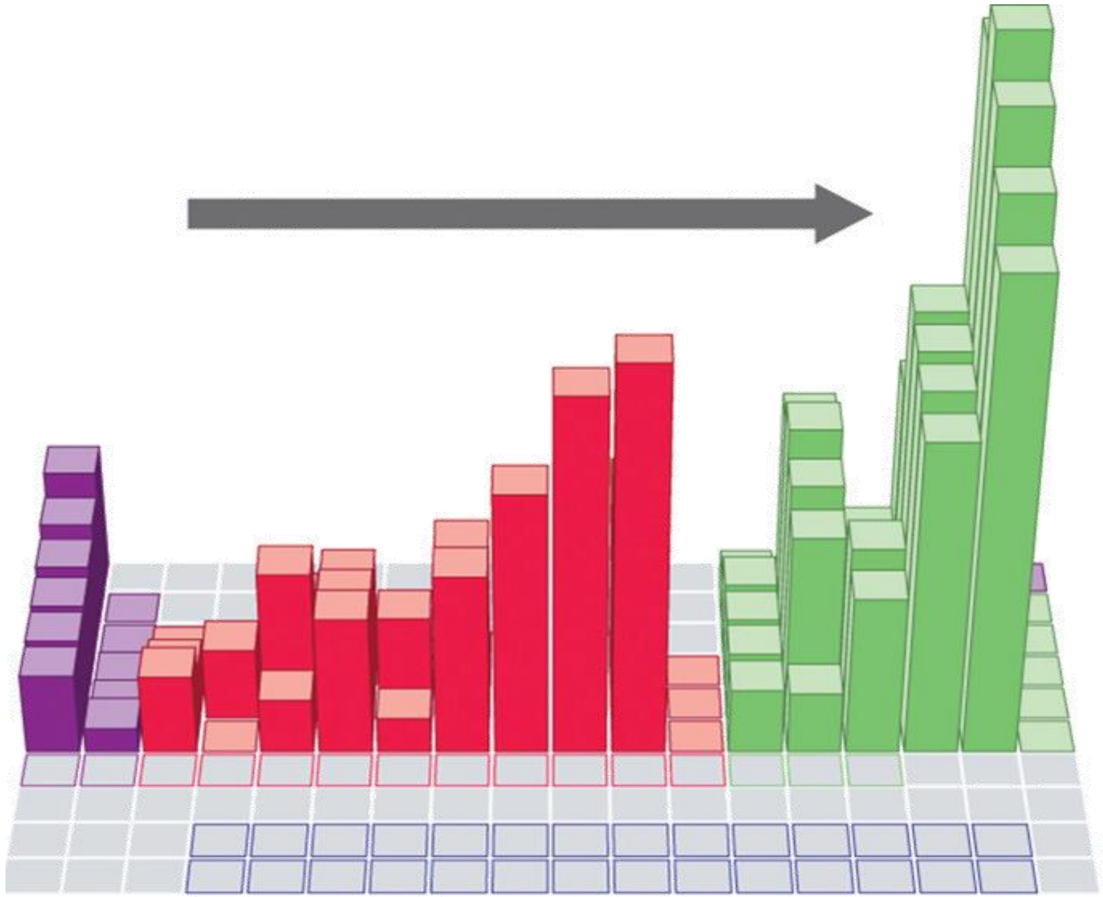
F
$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

F^-
$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

EA เป็นค่าบอกแนวโน้มของอะตอมชอบเป็นแอนไอออน

” อะตอมที่มี EA มาก มีแนวโน้มชอบเกิดเป็น anion ได้ดีกว่าอะตอมที่มี EA น้อย

/แนวโน้มพลังงานสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

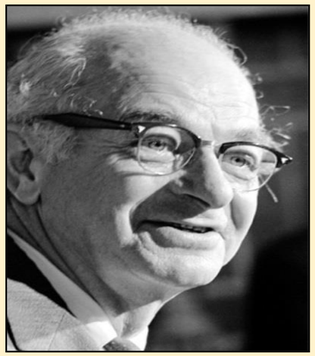


1A (1)	2A (2)	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)
H −72.8							He (0.0)
Li −59.6	Be ≤0	B −26.7	C −122	N +7	O −141	F −328	Ne (+29)
Na −52.9	Mg ≤0	Al −42.5	Si −134	P −72.0	S −200	Cl −349	Ar (+35)
K −48.4	Ca −2.37	Ga −28.9	Ge −119	As −78.2	Se −195	Br −325	Kr (+39)
Rb −46.9	Sr −5.03	In −28.9	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

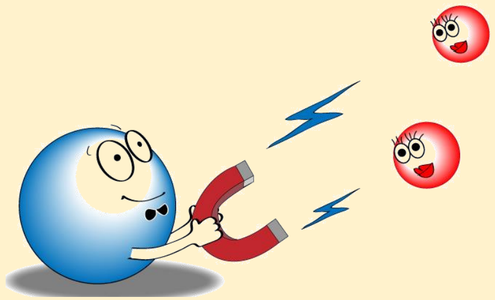
สภาพไฟฟ้าลบ (Electronegativity, EN)

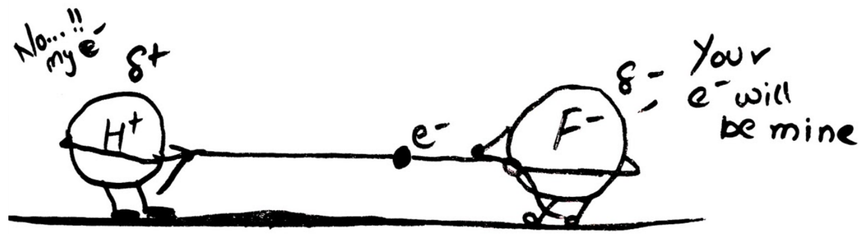
“ ค่าแสดงความสามารถของอะตอมในการดึงอิเล็กตรอนเข้าหาตัวเอง ”



Linus Pauling
(Nobel Prize in chemistry, 1954)

ถ้าเช่นนั้น...
ธาตุที่มีค่า EN สูงกว่าจะดึงอิเล็กตรอนได้ดีกว่า...นะซิ





ความแตกต่างความสามารถของอะตอมในการดึงอิเล็กตรอนของแต่ละธาตุ ทำให้เกิดผลที่แตกต่างกัน

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

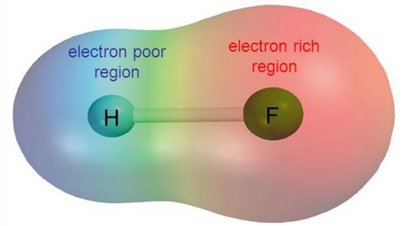
Hydrogen 1 **H** 2.20					Tungsten 74 **W** 2.36												Helium 2 **He**
Lithium 3 **Li** 0.98	Beryllium 4 **Be** 9.01											Boron 5 **B** 2.04	Carbon 6 **C** 2.55	Nitrogen 7 **N** 3.04	Oxygen 8 **O** 3.44	Fluorine 9 **F** 3.98	Neon 10 **Ne**
Sodium 11 **Na** 0.93	Magnesium 12 **Mg** 1.31											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**

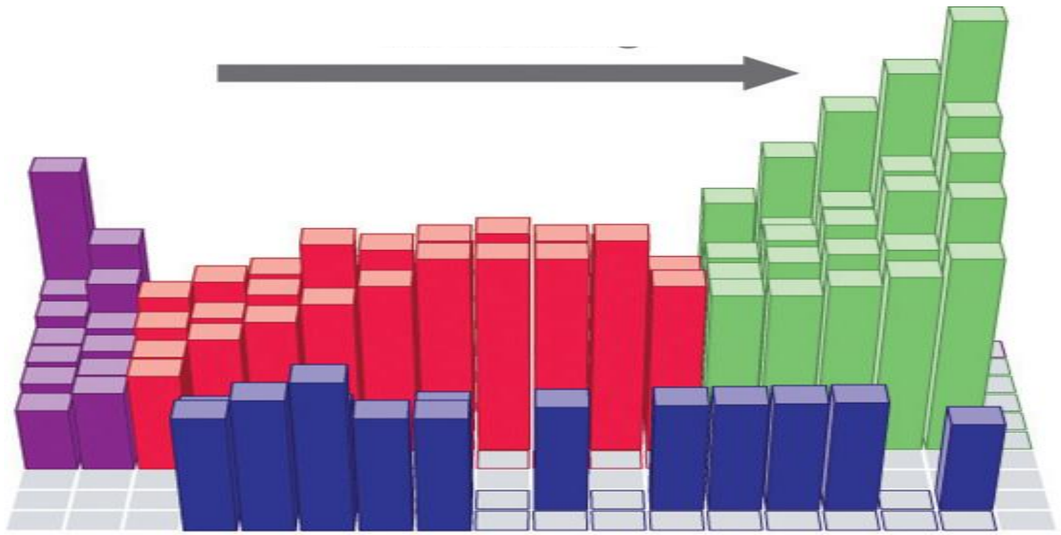
***Lanthanide series**	Lanthanum 57 **La** 1.1	Cerium 58 **Ce** 1.12	Praseodymium 59 **Pr** 1.13	Neodynium 60 **Nd** 1.14	Promethium 61 **Pm** 1.13	Samarium 62 **Sm** 1.17	Europium 63 **Eu** 1.2	Gadolinium 64 **Gd** 1.2	Terbium 65 **Tb** 1.21	Dysprosium 66 **Dy** 1.22	Holmium 67 **Ho** 1.23	Erbium 68 **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

Pauling Electronegativity value

This figure was created by Dr.Woravith Chansuvarn

/แนวโน้มค่าสภาพไฟฟ้าลบ (EN)





1 **H** 2.20																
3 **Li** 0.98	4 **Be** 1.57											5 **B** 2.04	6 **C** 2.55	7 **N** 3.04	8 **O** 3.44	9 **F** 3.98
11 **Na** 0.93	12 **Mg** 1.31											13 **Al** 1.61	14 **Si** 1.90	15 **P** 2.19	16 **S** 2.58	17 **Cl** 3.16
19 **K** 0.82	20 **Ca** 1.00	21 **Sc** 1.36	22 **Ti** 1.54	23 **V** 1.63	24 **Cr** 1.66	25 **Mn** 1.55	26 **Fe** 1.83	27 **Co** 1.88	28 **Ni** 1.91	29 **Cu** 1.90	30 **Zn** 1.65	31 **Ga** 1.81	32 **Ge** 2.01	33 **As** 2.18	34 **Se** 2.55	35 **Br** 2.96
37 **Rb** 0.82	38 **Sr** 0.95	39 **Y** 1.22	40 **Zr** 1.33	41 **Nb** 1.6	42 **Mo** 2.16	43 **Tc** 1.9	44 **Ru** 2.2	45 **Rh** 2.28	46 **Pd** 2.20	47 **Ag** 1.93	48 **Cd** 1.69	49 **In** 1.78	50 **Sn** 1.96	51 **Sb** 2.05	52 **Te** 2.1	53 **I** 2.66
55 **Cs** 0.79	56 **Ba** 0.89	57 **La** 1.1	72 **Hf** 1.3	73 **Ta** 1.5	74 **W** 2.36	75 **Re** 1.9	76 **Os** 2.2	77 **Ir** 2.20	78 **Pt** 2.28	79 **Au** 2.54	80 **Hg** 2.00	81 **Ti** 1.62	82 **Pb** 2.33	83 **Bi** 2.02	84 **Po** 2.0	85 **At** 2.2
87 **Fr** 0.7	88 **Ra** 0.9															

โดยกำหนดธาตุที่มีค่า EN สูงสุด
คือ F (มีค่า EN=3.98)