

10303105 เคมีพื้นฐาน ปีการศึกษา 2-2564

# สมบัติของธาตุเรพรีเซนเททีฟและทรานสิชัน

- ตารางธาตุปัจจุบัน และแนวโน้มสมบัติต่างๆ ตามตารางธาตุ
- ธาตุเรพรีเซนเททีฟ
- ธาตุทรานสิชัน
- สารประกอบโคออร์ดิเนชัน

ผศ.ดร. เพชรลดา กันทาดี  
สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<http://www.chemistry.mju.ac.th>

# ตารางธาตุปัจจุบัน

- ปัจจุบันพบว่าสมบัติต่างๆ ทางกายภาพและทางเคมีของธาตุ จะสัมพันธ์กับ การจัดเรียงอิเล็กตรอน ในอะตอมของธาตุนั้น และช่วยในการทำนายสมบัติของธาตุได้เป็นอย่างดี

Periodic Law กล่าวว่า “เมื่อนำธาตุมาเรียงลำดับเป็นหมวดหมู่จากเลขอะตอมน้อยไปหามาก สมบัติทางกายภาพและเคมีจะแปรผันไปและคล้ายคลึงกันเป็นช่วงๆ

- ลักษณะของตารางธาตุปัจจุบัน

- การจัดเรียงตามแนวนอน เรียกว่า คาบ (Period) มีจำนวน 7 คาบในตารางธาตุหลัก และ 2 คาบที่แยกออกมาคือ อนุกรมแลนทาไนด์ (Lanthanides) และ อนุกรมแอกทิไนด์ (Actinides)
- การจัดเรียงตามแนวตั้ง เรียกว่า หมู่ (Group) มีจำนวน 16 หมู่ ประกอบด้วย หมู่ A จำนวน 8 หมู่ คือ หมู่ IA – VIIIA (หมู่ VIIIA บางครั้งเรียกว่า หมู่ O) หมู่ B จำนวน 8 หมู่ คือ หมู่ IIIB – IIB (หมู่ VIIIB ประกอบด้วย 3 แนวตั้งที่ติดกัน)

# ตารางธาตุปัจจุบัน

โลหะอัลคาไล

ก๊าซเฉื่อย

หมู่

1A

โลหะอัลคาไลน์เอิร์ท

2A

ฮาโลเจน

8A

คาบ 1

2

3

4

5

6

7

ธาตุทรานสิชั่น

|                                                        |                                                            |                                       |                                           |                                       |                                        |                                        |                                           |                                      |                                        |                                        |                                      |                                                           |                                                          |                                                         |                                                       |                                                          |                                         |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1<br><b>H</b><br>hydrogen<br>1.008<br>[1.0078, 1.0082] | 2<br><b>He</b><br>helium<br>4.0026                         |                                       |                                           |                                       |                                        |                                        |                                           |                                      |                                        |                                        |                                      | 3<br><b>B</b><br>boron<br>10.81<br>[10.806, 10.821]       | 4<br><b>C</b><br>carbon<br>12.011<br>[12.009, 12.012]    | 5<br><b>N</b><br>nitrogen<br>14.007<br>[14.006, 14.008] | 6<br><b>O</b><br>oxygen<br>15.999<br>[15.999, 16.000] | 7<br><b>F</b><br>fluorine<br>18.998                      | 8<br><b>Ne</b><br>neon<br>20.180        |
| 3<br><b>Li</b><br>lithium<br>6.94<br>[6.938, 6.997]    | 4<br><b>Be</b><br>beryllium<br>9.0122                      |                                       |                                           |                                       |                                        |                                        |                                           |                                      |                                        |                                        |                                      | 13<br><b>Al</b><br>aluminium<br>26.982                    | 14<br><b>Si</b><br>silicon<br>28.085<br>[28.084, 28.086] | 15<br><b>P</b><br>phosphorus<br>30.974                  | 16<br><b>S</b><br>sulfur<br>32.06<br>[32.059, 32.076] | 17<br><b>Cl</b><br>chlorine<br>35.45<br>[35.446, 35.457] | 18<br><b>Ar</b><br>argon<br>39.948      |
| 11<br><b>Na</b><br>sodium<br>22.990                    | 12<br><b>Mg</b><br>magnesium<br>24.305<br>[24.304, 24.307] | 3B                                    | 4B                                        | 5B                                    | 6B                                     | 7B                                     | 8                                         | 9                                    | 10                                     | 11                                     | 12                                   | 31<br><b>Ga</b><br>gallium<br>69.723                      | 32<br><b>Ge</b><br>germanium<br>72.630(8)                | 33<br><b>As</b><br>arsenic<br>74.922                    | 34<br><b>Se</b><br>selenium<br>78.971(8)              | 35<br><b>Br</b><br>bromine<br>79.904<br>[79.901, 79.907] | 36<br><b>Kr</b><br>krypton<br>83.798(2) |
| 19<br><b>K</b><br>potassium<br>39.098                  | 20<br><b>Ca</b><br>calcium<br>40.078(4)                    | 21<br><b>Sc</b><br>scandium<br>44.956 | 22<br><b>Ti</b><br>titanium<br>47.867     | 23<br><b>V</b><br>vanadium<br>50.942  | 24<br><b>Cr</b><br>chromium<br>51.996  | 25<br><b>Mn</b><br>manganese<br>54.938 | 26<br><b>Fe</b><br>iron<br>55.845(2)      | 27<br><b>Co</b><br>cobalt<br>58.933  | 28<br><b>Ni</b><br>nickel<br>58.693    | 29<br><b>Cu</b><br>copper<br>63.546(3) | 30<br><b>Zn</b><br>zinc<br>65.38(2)  | 49<br><b>In</b><br>indium<br>114.82                       | 50<br><b>Sn</b><br>tin<br>118.71                         | 51<br><b>Sb</b><br>antimony<br>121.76                   | 52<br><b>Te</b><br>tellurium<br>127.60(3)             | 53<br><b>I</b><br>iodine<br>126.90                       | 54<br><b>Xe</b><br>xenon<br>131.29      |
| 37<br><b>Rb</b><br>rubidium<br>85.468                  | 38<br><b>Sr</b><br>strontium<br>87.62                      | 39<br><b>Y</b><br>yttrium<br>88.906   | 40<br><b>Zr</b><br>zirconium<br>91.224(2) | 41<br><b>Nb</b><br>niobium<br>92.906  | 42<br><b>Mo</b><br>molybdenum<br>95.95 | 43<br><b>Tc</b><br>technetium          | 44<br><b>Ru</b><br>ruthenium<br>101.07(2) | 45<br><b>Rh</b><br>rhodium<br>102.91 | 46<br><b>Pd</b><br>palladium<br>106.42 | 47<br><b>Ag</b><br>silver<br>107.87    | 48<br><b>Cd</b><br>cadmium<br>112.41 | 81<br><b>Tl</b><br>thallium<br>204.38<br>[204.38, 204.39] | 82<br><b>Pb</b><br>lead<br>207.2                         | 83<br><b>Bi</b><br>bismuth<br>208.98                    | 84<br><b>Po</b><br>polonium                           | 85<br><b>At</b><br>astatine                              | 86<br><b>Rn</b><br>radon                |
| 55<br><b>Cs</b><br>caesium<br>132.91                   | 56<br><b>Ba</b><br>barium<br>137.33                        | 57-71<br>lanthanoids                  | 72<br><b>Hf</b><br>hafnium<br>178.49(2)   | 73<br><b>Ta</b><br>tantalum<br>180.95 | 74<br><b>W</b><br>tungsten<br>183.84   | 75<br><b>Re</b><br>rhenium<br>186.21   | 76<br><b>Os</b><br>osmium<br>190.23(3)    | 77<br><b>Ir</b><br>iridium<br>192.22 | 78<br><b>Pt</b><br>platinum<br>195.08  | 79<br><b>Au</b><br>gold<br>196.97      | 80<br><b>Hg</b><br>mercury<br>200.59 | 113<br><b>Nh</b><br>nihonium                              | 114<br><b>Fl</b><br>flerovium                            | 115<br><b>Mc</b><br>moscovium                           | 116<br><b>Lv</b><br>livermorium                       | 117<br><b>Ts</b><br>tennessine                           | 118<br><b>Og</b><br>oganeson            |
| 87<br><b>Fr</b><br>francium                            | 88<br><b>Ra</b><br>radium                                  | 89-103<br>actinoids                   | 104<br><b>Rf</b><br>rutherfordium         | 105<br><b>Db</b><br>dubnium           | 106<br><b>Sg</b><br>seaborgium         | 107<br><b>Bh</b><br>bohrium            | 108<br><b>Hs</b><br>hassium               | 109<br><b>Mt</b><br>meitnerium       | 110<br><b>Ds</b><br>darmstadtium       | 111<br><b>Rg</b><br>roentgenium        | 112<br><b>Cn</b><br>copernicium      |                                                           |                                                          |                                                         |                                                       |                                                          |                                         |

แลนทาไนด์

แอกทิไนด์

|                                        |                                      |                                           |                                        |                               |                                          |                                       |                                            |                                      |                                         |                                      |                                     |                                      |                                        |                                       |
|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| 57<br><b>La</b><br>lanthanum<br>138.91 | 58<br><b>Ce</b><br>cerium<br>140.12  | 59<br><b>Pr</b><br>praseodymium<br>140.91 | 60<br><b>Nd</b><br>neodymium<br>144.24 | 61<br><b>Pm</b><br>promethium | 62<br><b>Sm</b><br>samarium<br>150.36(2) | 63<br><b>Eu</b><br>europium<br>151.96 | 64<br><b>Gd</b><br>gadolinium<br>157.25(3) | 65<br><b>Tb</b><br>terbium<br>158.93 | 66<br><b>Dy</b><br>dysprosium<br>162.50 | 67<br><b>Ho</b><br>holmium<br>164.93 | 68<br><b>Er</b><br>erbium<br>167.26 | 69<br><b>Tm</b><br>thulium<br>168.93 | 70<br><b>Yb</b><br>ytterbium<br>173.05 | 71<br><b>Lu</b><br>lutetium<br>174.97 |
| 89<br><b>Ac</b><br>actinium            | 90<br><b>Th</b><br>thorium<br>232.04 | 91<br><b>Pa</b><br>protactinium<br>231.04 | 92<br><b>U</b><br>uranium<br>238.03    | 93<br><b>Np</b><br>neptunium  | 94<br><b>Pu</b><br>plutonium             | 95<br><b>Am</b><br>americium          | 96<br><b>Cm</b><br>curium                  | 97<br><b>Bk</b><br>berkelium         | 98<br><b>Cf</b><br>californium          | 99<br><b>Es</b><br>einsteinium       | 100<br><b>Fm</b><br>fermium         | 101<br><b>Md</b><br>mendelevium      | 102<br><b>No</b><br>nobelium           | 103<br><b>Lr</b><br>lawrencium        |

\*ธาตุที่พบใหม่ล่าสุด

เลขอะตอม 113 = Nihonium (Nh) เลขอะตอม 115 = Moscovium (Mc)

เลขอะตอม 117 = Tennessine (Ts) เลขอะตอม 118 = Oganesson (Og)

# ตารางธาตุปัจจุบัน

## • การจัดเรียงธาตุตามคาบ (Period)

เลขคาบ ตรงกับ เลขควอนตัมหลัก (n) บอกถึง จำนวนชั้นของอิเล็กตรอนที่บรรจุ

- คาบที่ 1 มีจำนวน 2 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ H และ He (มีการบรรจุอิเล็กตรอนในชั้นที่ 1)
- คาบที่ 2 จำนวน 8 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Li ---> Ne (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 2)
- คาบที่ 3 จำนวน 8 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Na ---> Ar (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 3)
- คาบที่ 4 จำนวน 18 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ K ---> Kr (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 4)
- คาบที่ 5 จำนวน 18 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Rb ---> Xe (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 5)
- คาบที่ 6 จำนวน 32 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Cs ---> Rn (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 6)

โดยธาตุที่ 57 – 71 (La – Lu) ถูกแยกออกมาเป็นอนุกรม **Lanthanides**

- คาบที่ 7 จำนวน 32 ธาตุ ได้แก่ ธาตุ Cs ---> Rn (มีการบรรจุอิเล็กตรอนจนถึงชั้นที่ 7)

โดยธาตุที่ 89 – 103 (Ac – Lr) ถูกแยกออกมาเป็นอนุกรม **Actinides**

# ตารางธาตุปัจจุบัน

## • การจัดเรียงธาตุตามหมู่ (Group)

ธาตุในหมู่เดียวกัน จะมี จำนวนอิเล็กตรอนในชั้นนอก (valence electron) เท่ากัน จึงมีสมบัติทางเคมีคล้ายกัน

- ธาตุหมู่ A มีจำนวน valence e<sup>-</sup> เท่ากับเลขหมู่ เช่น ธาตุในหมู่ IA และ IIA จะมีจำนวนอิเล็กตรอนในชั้นนอกเท่ากับ 1 และ 2 ตามลำดับ

- หมู่ IA เรียกว่า โลหะอัลคาไล (Alkali Metals) มีการจัดเรียง valence e<sup>-</sup> เป็น **ns<sup>1</sup>**



- หมู่ IIA เรียกว่า โลหะอัลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline earth Metals)

มีการจัดเรียง valence e<sup>-</sup> เป็น **ns<sup>2</sup>**



\*\*\* ดังนั้น จึงจัดหมู่ IA และ IIA เป็น ธาตุกลุ่ม s (s-block elements) \*\*\*

# ตารางธาตุปัจจุบัน

- หมู่ IIIA มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 np^1$  (จำนวน valence  $e^- = 3 e^-$ )  
เช่น B =  $1s^2 2s^2 2p^1$  Al =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
- หมู่ IVA มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 np^2$  (จำนวน valence  $e^- = 4 e^-$ )  
เช่น C =  $1s^2 2s^2 2p^2$  Si =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
- หมู่ VA มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 np^3$  (จำนวน valence  $e^- = 5 e^-$ )  
เช่น N =  $1s^2 2s^2 2p^3$  P =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
- หมู่ VIA มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 np^4$  (จำนวน valence  $e^- = 6 e^-$ )  
เช่น O =  $1s^2 2s^2 2p^4$  S =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- หมู่ VIIA เรียกว่า ฮาโลเจน (Halogens) มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 np^5$   
(จำนวน valence  $e^- = 7 e^-$ ) เช่น F =  $1s^2 2s^2 2p^5$  Cl =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- หมู่ VIIIA หรือ หมู่ 0 เรียกว่า ก๊าซเฉื่อย (Inert Gas) ก๊าซมีตระกูล (Noble Gas) หรือ ก๊าซหายาก (Rare Gas) มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 np^6$  (จำนวน valence  $e^- = 8 e^-$ )  
เช่น Ne =  $1s^2 2s^2 2p^6$  Ar =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

↓  
เสถียรและเฉื่อย

↓  
ต่อปฏิกิริยา

\*\*\* ดังนั้น จึงจัดหมู่ IIIA - VIIIA เป็น ธาตุกลุ่ม p (p-block elements) \*\*\*

# ตารางธาตุปัจจุบัน

## ■ ธาตุหมู่ B ได้แก่

- หมู่ IIIB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 (n-1)d^1$       เช่น Sc = [Ar]  $4s^2 3d^1$
- หมู่ IVB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 (n-1)d^2$       เช่น Ti = [Ar]  $4s^2 3d^2$
- หมู่ VB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 (n-1)d^3$       เช่น V = [Ar]  $4s^2 3d^3$
- หมู่ VIB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^1 (n-1)d^5$       เช่น Cr = [Ar]  $4s^1 3d^5$  **half-filled**
- หมู่ VIIB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 (n-1)d^5$       เช่น Mn = [Ar]  $4s^2 3d^5$
- หมู่ VIIIB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 (n-1)d^6$       เช่น Fe = [Ar]  $4s^2 3d^6$   
 $ns^2 (n-1)d^7$       เช่น Co = [Ar]  $4s^2 3d^7$   
 $ns^2 (n-1)d^8$       เช่น Ni = [Ar]  $4s^2 3d^8$
- หมู่ IB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^1 (n-1)d^{10}$       เช่น Cu = [Ar]  $4s^1 3d^{10}$  **full-filled**
- หมู่ IIB มีการจัดเรียง valence  $e^-$  เป็น  $ns^2 (n-1)d^{10}$       เช่น Zn = [Ar]  $4s^2 3d^{10}$

\*\*\* ธาตุหมู่ B จัดเป็น ธาตุกลุ่ม d (d-block elements) \*\*\*

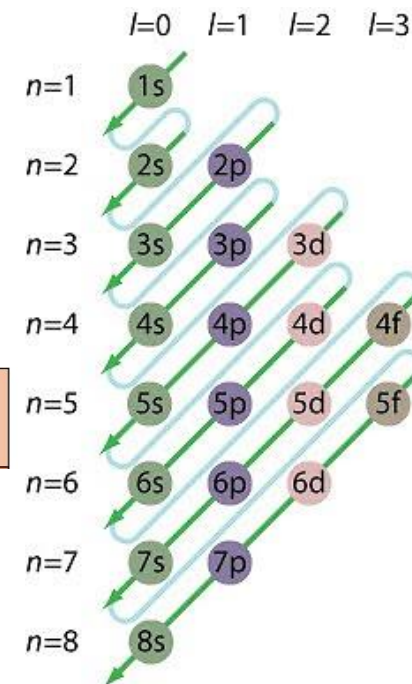
# ตารางธาตุปัจจุบัน

## • กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ (Lanthanides)

- เป็นธาตุในแนวนอน (ตามคาบ) มีการบรรจุอิเล็กตรอนไปจนถึง **4f-orbital**

จึงมีสมบัติต่างๆ คล้ายคลึงกันเฉพาะกลุ่ม และแตกต่างจากตารางธาตุหลัก

|                              |                           |                                 |                              |                               |                             |                             |                               |                            |                               |                            |                           |                            |                              |                             |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 57<br><b>La</b><br>lanthanum | 58<br><b>Ce</b><br>cerium | 59<br><b>Pr</b><br>praseodymium | 60<br><b>Nd</b><br>neodymium | 61<br><b>Pm</b><br>promethium | 62<br><b>Sm</b><br>samarium | 63<br><b>Eu</b><br>europium | 64<br><b>Gd</b><br>gadolinium | 65<br><b>Tb</b><br>terbium | 66<br><b>Dy</b><br>dysprosium | 67<br><b>Ho</b><br>holmium | 68<br><b>Er</b><br>erbiun | 69<br><b>Tm</b><br>thulium | 70<br><b>Yb</b><br>ytterbium | 71<br><b>Lu</b><br>lutetium |
| 138.91                       | 140.12                    | 140.91                          | 144.24                       |                               | 150.36(2)                   | 151.96                      | 157.25(3)                     | 158.93                     | 162.50                        | 164.93                     | 167.26                    | 168.93                     | 173.05                       | 174.97                      |



## • กลุ่มธาตุแอกทิไนด์ (Actinides)

- เป็นธาตุในแนวนอน (ตามคาบ) มีการบรรจุอิเล็กตรอนไปจนถึง **5f-orbital**

มีสมบัติต่างๆ คล้ายคลึงกันเฉพาะกลุ่ม และแตกต่างจากตารางธาตุหลักเช่นเดียวกัน

|                             |                            |                                 |                           |                              |                              |                              |                           |                              |                                |                                |                             |                                 |                              |                                |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 89<br><b>Ac</b><br>actinium | 90<br><b>Th</b><br>thorium | 91<br><b>Pa</b><br>protactinium | 92<br><b>U</b><br>uranium | 93<br><b>Np</b><br>neptunium | 94<br><b>Pu</b><br>plutonium | 95<br><b>Am</b><br>americium | 96<br><b>Cm</b><br>curium | 97<br><b>Bk</b><br>berkelium | 98<br><b>Cf</b><br>californium | 99<br><b>Es</b><br>einsteinium | 100<br><b>Fm</b><br>fermium | 101<br><b>Md</b><br>mendelevium | 102<br><b>No</b><br>nobelium | 103<br><b>Lr</b><br>lawrencium |
|                             | 232.04                     | 231.04                          | 238.03                    |                              |                              |                              |                           |                              |                                |                                |                             |                                 |                              |                                |

# ตารางธาตุปัจจุบัน

|          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |          |                            |           |           |           |           |          |          |          |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| 1<br>1A  |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |          | Zinc<br>Cadmium<br>Mercury |           |           |           |           |          |          | 18<br>8A |
| 1<br>H   | 2<br>2A  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |          | Lanthanides                |           | 13<br>3A  | 14<br>4A  | 15<br>5A  | 16<br>6A | 17<br>7A | 2<br>He  |
| 3<br>Li  | 4<br>Be  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |          | Actinides                  |           | 5<br>B    | 6<br>C    | 7<br>N    | 8<br>O   | 9<br>F   | 10<br>Ne |
| 11<br>Na | 12<br>Mg | 3<br>3B  | 4<br>4B   | 5<br>5B   | 6<br>6B   | 7<br>7B   | 8         | 9         | 10        | 11<br>1B  | 12<br>2B | 13<br>Al                   | 14<br>Si  | 15<br>P   | 16<br>S   | 17<br>Cl  | 18<br>Ar |          |          |
| 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc | 22<br>Ti  | 23<br>V   | 24<br>Cr  | 25<br>Mn  | 26<br>Fe  | 27<br>Co  | 28<br>Ni  | 29<br>Cu  | 30<br>Zn | 31<br>Ga                   | 32<br>Ge  | 33<br>As  | 34<br>Se  | 35<br>Br  | 36<br>Kr |          |          |
| 37<br>Rb | 38<br>Sr | 39<br>Y  | 40<br>Zr  | 41<br>Nb  | 42<br>Mo  | 43<br>Tc  | 44<br>Ru  | 45<br>Rh  | 46<br>Pd  | 47<br>Ag  | 48<br>Cd | 49<br>In                   | 50<br>Sn  | 51<br>Sb  | 52<br>Te  | 53<br>I   | 54<br>Xe |          |          |
| 55<br>Cs | 56<br>Ba | 57<br>La | 72<br>Hf  | 73<br>Ta  | 74<br>W   | 75<br>Re  | 76<br>Os  | 77<br>Ir  | 78<br>Pt  | 79<br>Au  | 80<br>Hg | 81<br>Tl                   | 82<br>Pb  | 83<br>Bi  | 84<br>Po  | 85<br>At  | 86<br>Rn |          |          |
| 87<br>Fr | 88<br>Ra | 89<br>Ac | 104<br>Rf | 105<br>Db | 106<br>Sg | 107<br>Bh | 108<br>Hs | 109<br>Mt | 110<br>Ds | 111<br>Rg | 112      | 113                        | 114       | 115       | 116       | (117)     | 118      |          |          |
|          |          |          | 58<br>Ce  | 59<br>Pr  | 60<br>Nd  | 61<br>Pm  | 62<br>Sm  | 63<br>Eu  | 64<br>Gd  | 65<br>Tb  | 66<br>Dy | 67<br>Ho                   | 68<br>Er  | 69<br>Tm  | 70<br>Yb  | 71<br>Lu  |          |          |          |
|          |          |          | 90<br>Th  | 91<br>Pa  | 92<br>U   | 93<br>Np  | 94<br>Pu  | 95<br>Am  | 96<br>Cm  | 97<br>Bk  | 98<br>Cf | 99<br>Es                   | 100<br>Fm | 101<br>Md | 102<br>No | 103<br>Lr |          |          |          |

# ตารางธาตุปัจจุบัน

- ❑ ธาตุเรพรีเซนเททีฟ หรือ ธาตุหมู่หลัก (Main group or Representative)  
ธาตุหมู่ 1A–7A ซึ่งชั้นย่อย s และ p ของเลขควอนตัมหลักสูงสุดมีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็ม
- ❑ ธาตุทรานสิชัน (Transition)  
ธาตุหมู่ 1B และ 3B–8B ซึ่งชั้นย่อย d มีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็ม
- ❑ แก๊สเฉื่อย (Inert gas or Noble gas)  
ธาตุหมู่ 8A ซึ่งชั้นย่อย p มีอิเล็กตรอนบรรจุเต็ม ยกเว้น He ที่มีการจัดเรียงเป็น  $1s^2$
- ❑ ธาตุที่ไม่ใช่ทั้งเรพรีเซนเททีฟและธาตุทรานสิชัน  
ธาตุหมู่ 2B คือ Zn, Cd และ Hg
- ❑ ธาตุทรานสิชันชั้นใน (Inner transition)  
ชั้นย่อย f มีอิเล็กตรอนบรรจุไม่เต็ม ได้แก่
  - แลนทาไนด์ (Lanthanide) หรือ ธาตุแร่หายาก (rare earth)
  - แอกทิไนด์ (Actinide) หรือ ธาตุแร่หายากหนัก (heavy rare earth)

# ตารางธาตุปัจจุบัน

การจำแนกกลุ่มธาตุ: โลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ

| 1<br>1A  | 2<br>2A  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |          | 13<br>3A | 14<br>4A | 15<br>5A | 16<br>6A | 17<br>7A | 18<br>8A |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1<br>H   | 2<br>He  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |          | 5<br>B   | 6<br>C   | 7<br>N   | 8<br>O   | 9<br>F   | 10<br>Ne |
| 3<br>Li  | 4<br>Be  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |          | 13<br>Al | 14<br>Si | 15<br>P  | 16<br>S  | 17<br>Cl | 18<br>Ar |
| 11<br>Na | 12<br>Mg | 3<br>3B  | 4<br>4B   | 5<br>5B   | 6<br>6B   | 7<br>7B   | 8<br>8B   | 9<br>8B   | 10<br>8B  | 11<br>1B  | 12<br>2B | 31<br>Ga | 32<br>Ge | 33<br>As | 34<br>Se | 35<br>Br | 36<br>Kr |
| 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc | 22<br>Ti  | 23<br>V   | 24<br>Cr  | 25<br>Mn  | 26<br>Fe  | 27<br>Co  | 28<br>Ni  | 29<br>Cu  | 30<br>Zn | 49<br>In | 50<br>Sn | 51<br>Sb | 52<br>Te | 53<br>I  | 54<br>Xe |
| 37<br>Rb | 38<br>Sr | 39<br>Y  | 40<br>Zr  | 41<br>Nb  | 42<br>Mo  | 43<br>Tc  | 44<br>Ru  | 45<br>Rh  | 46<br>Pd  | 47<br>Ag  | 48<br>Cd | 81<br>Tl | 82<br>Pb | 83<br>Bi | 84<br>Po | 85<br>At | 86<br>Rn |
| 55<br>Cs | 56<br>Ba | 57<br>La | 72<br>Hf  | 73<br>Ta  | 74<br>W   | 75<br>Re  | 76<br>Os  | 77<br>Ir  | 78<br>Pt  | 79<br>Au  | 80<br>Hg | 113      | 114      | 115      | 116      | (117)    | 118      |
| 87<br>Fr | 88<br>Ra | 89<br>Ac | 104<br>Rf | 105<br>Db | 106<br>Sg | 107<br>Bh | 108<br>Hs | 109<br>Mt | 110<br>Ds | 111<br>Rg | 112      |          |          |          |          |          |          |

|            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Metals     | 58<br>Ce | 59<br>Pr | 60<br>Nd | 61<br>Pm | 62<br>Sm | 63<br>Eu | 64<br>Gd | 65<br>Tb | 66<br>Dy | 67<br>Ho | 68<br>Er  | 69<br>Tm  | 70<br>Yb  | 71<br>Lu  |
| Metalloids | 90<br>Th | 91<br>Pa | 92<br>U  | 93<br>Np | 94<br>Pu | 95<br>Am | 96<br>Cm | 97<br>Bk | 98<br>Cf | 99<br>Es | 100<br>Fm | 101<br>Md | 102<br>No | 103<br>Lr |
| Nonmetals  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |

\*ธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะถูกแยกออกจากกันด้วยเส้นขั้นบันได โดยทางซ้ายของเส้นขั้นบันไดเป็นโลหะ ทางขวาของเส้นขั้นบันไดเป็นอโลหะ ส่วนธาตุที่อยู่ชิดเส้นขั้นบันไดจะมีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ เรียกธาตุพวกนี้ว่า ธาตุกึ่งโลหะ (Metalloid)

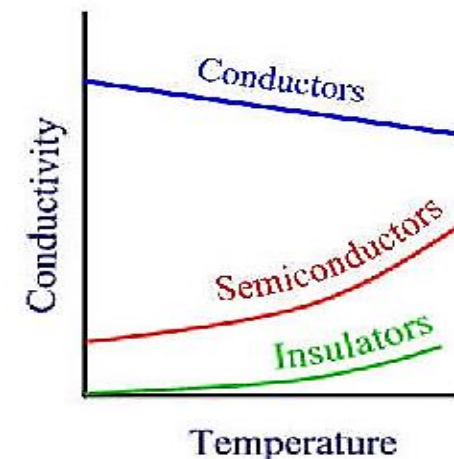
# ตารางธาตุปัจจุบัน

| สมบัติของโลหะ                                                                 | สมบัติของอโลหะ                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ยกเว้นปรอทเป็นของเหลว                           | 1. มีได้ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง เช่น กำมะถัน; ของเหลว เช่น โบรมีน; แก๊ส เช่น ออกซิเจน คลอรีน ไนโตรเจน |
| 2. มันวาว                                                                     | 2. ไม่เป็นมันวาว                                                                                       |
| 3. นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีที่อุณหภูมิปกติ แต่ที่อุณหภูมิสูงจะนำไฟฟ้าได้น้อยลง | 3. ไม่นำไฟฟ้าและไม่นำความร้อน เว้นแกรไฟต์                                                              |
| 4. เคาะจะมีเสียงดังกังวาน                                                     | 4. เคาะจะไม่มีเสียงกังวาน                                                                              |
| 5. แข็งและเหนียว สามารถทำให้เป็นแผ่นและเป็นเส้นได้                            | 5. ส่วนมากเปราะ ไม่สามารถตีเป็นแผ่นหรือเส้นได้                                                         |
| 6. มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง                                                | 6. ส่วนมากมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ ยกเว้น คาร์บอน ซิลิกอน และกำมะถัน                                |
| 7. มีความหนาแน่นสูง                                                           | 7. มีความหนาแน่นต่ำ                                                                                    |

# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

## สมบัติการนำไฟฟ้าและความร้อน

- การนำไฟฟ้าและความร้อน จะเพิ่มขึ้นตามความเป็นโลหะของธาตุ โดยที่  
ตามคาบ ความเป็นโลหะลดลงจากซ้ายไปขวา: โลหะ -----> กึ่งโลหะ -----> อโลหะ  
ตามหมู่ ความเป็นโลหะจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง ตามเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้น
- สำหรับธาตุกึ่งโลหะ (ธาตุในแนวเส้นขั้นบันไดที่แบ่งระหว่างกลุ่มธาตุโลหะและอโลหะ) ได้แก่ ธาตุ B, Si, Ge, As, Sb, Te (บางครั้งรวม Po และ At ไว้ด้วย) จะนำไฟฟ้าและนำความร้อนได้เล็กน้อย
- โลหะ เป็นตัวนำที่ดี แต่การนำไฟฟ้าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น  
 อโลหะ เป็นฉนวน มีความต้านทานสูงมาก  
 กึ่งโลหะ นำไฟฟ้าได้ แต่จะนำได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น



# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

## ขนาดอะตอม

ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดอะตอม

- จำนวนชั้นของอิเล็กตรอน (n)
- แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน

## ตามคาบ

- ขนาดจะลดลงจากซ้ายไปขวา

เช่น  $\text{Li} > \text{Be} > \text{B} > \text{C} > \text{N} > \text{O} > \text{F}$

ยกเว้น แก๊สเฉื่อยจะมีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der waals) \*\*\*

## ตามหมู่

- ขนาดจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง

ตามเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้น

เช่น  $\text{Li} < \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$

(ธาตุที่อยู่ด้านล่างมี n มาก)

เล็ก

| 1A        | 2A        | 3A        | 4A        | 5A        | 6A        | 7A        | 8A        |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| H<br>37   |           |           |           |           |           |           | He<br>32  |
| Li<br>152 | Be<br>113 | B<br>88   | C<br>77   | N<br>70   | O<br>66   | F<br>64   | Ne<br>69  |
| Na<br>186 | Mg<br>160 | Al<br>143 | Si<br>117 | P<br>110  | S<br>104  | Cl<br>99  | Ar<br>97  |
| K<br>227  | Ca<br>197 | Ga<br>122 | Ge<br>122 | As<br>121 | Se<br>117 | Br<br>114 | Kr<br>110 |
| Rb<br>247 | Sr<br>215 | In<br>163 | Sn<br>140 | Sb<br>141 | Te<br>143 | I<br>133  | Xe<br>130 |
| Cs<br>265 | Ba<br>217 | Tl<br>170 | Pb<br>175 | Bi<br>155 | Po<br>167 | At<br>140 | Rn<br>145 |

ใหญ่

# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

## ขนาดไอออน

- ไอออนบวก (Cation) เกิดจากการเสียอิเล็กตรอนออกจากอะตอม ดังนั้นจะมีจำนวนอิเล็กตรอนน้อยลง ในขณะที่โปรตอนเท่าเดิม จึงทำให้มีขนาดเล็กลงกว่าอะตอมที่เป็นกลาง
- ไอออนลบ (Anion) เกิดจากการรับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามา แต่จำนวนโปรตอนยังเท่าเดิม ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าอะตอมที่เป็นกลาง
- ไอออนบวกประจุยิ่งมากยิ่งมีขนาดเล็กลง ไอออนลบประจุยิ่งมากยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น

เช่น ขนาดไอออน  ${}_{8}\text{O}^{2-} > {}_{9}\text{F}^{-} > {}_{11}\text{Na}^{+} > {}_{12}\text{Mg}^{2+} > {}_{13}\text{Al}^{3+}$

- แนวโน้มขนาดของไอออน เหมือนกับแนวโน้มของขนาดอะตอม
- ไอออนที่มีประจุเท่ากัน รัศมีไอออนของหมู่เดียวกันจะเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง

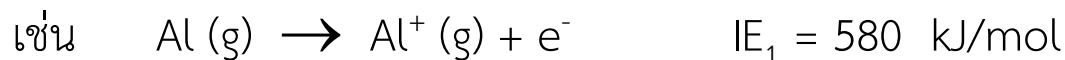
|                                                                                     |            |                                                                                     |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Li (1.23Å) |  | Li <sup>+</sup> (0.68Å) |
|  | Na (1.57Å) |  | Na <sup>+</sup> (0.98Å) |
|  | K (2.02Å)  |  | K <sup>+</sup> (1.33Å)  |
|  | Rb (2.16Å) |  | Rb <sup>+</sup> (1.48Å) |
|  | Cs (2.35Å) |  | Cs <sup>+</sup> (1.67Å) |

|                                                                                       |            |                                                                                       |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|    | F (0.64Å)  |    | F <sup>-</sup> (1.33Å)  |
|    | Cl (0.99Å) |    | Cl <sup>-</sup> (1.81Å) |
|   | Br (1.14Å) |   | Br <sup>-</sup> (1.96Å) |
|  | I (1.33Å)  |  | I <sup>-</sup> (2.19Å)  |

# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

## พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy, IE)

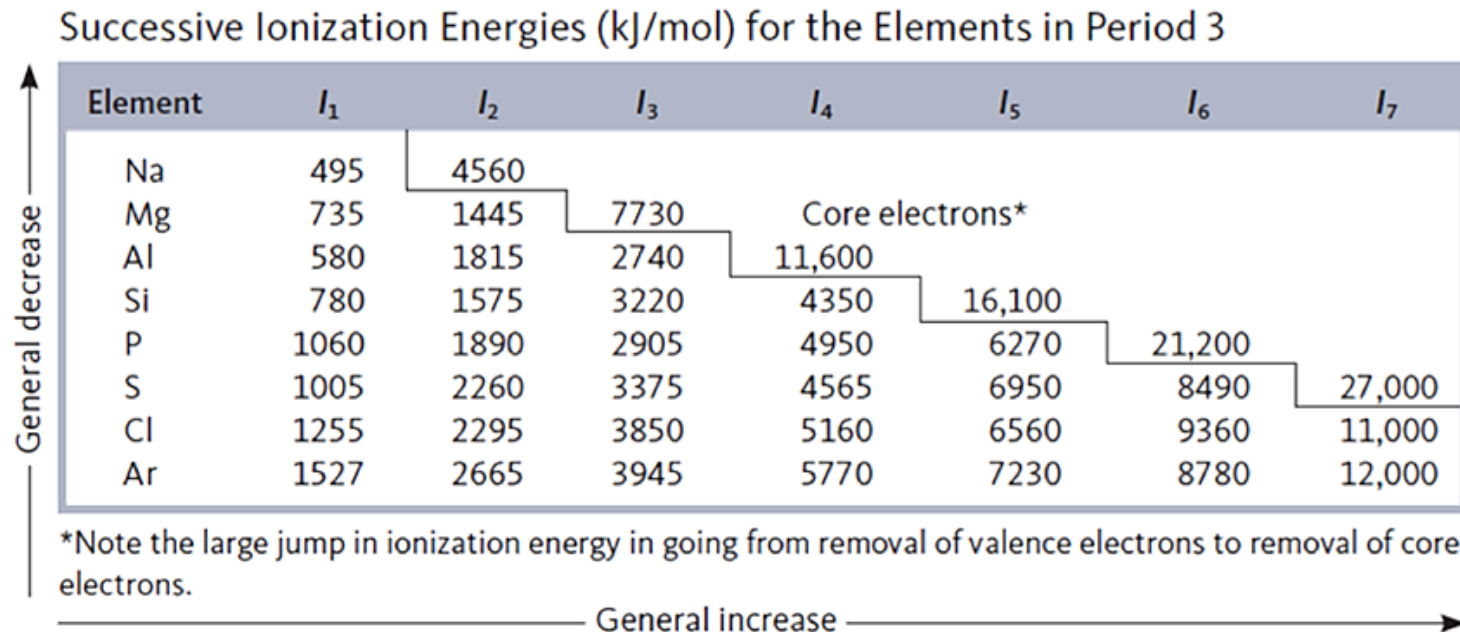
- IE คือ พลังงานที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากอะตอมในสถานะแก๊ส เพื่อเกิดเป็นไอออนบวก ตัวอย่างเช่น



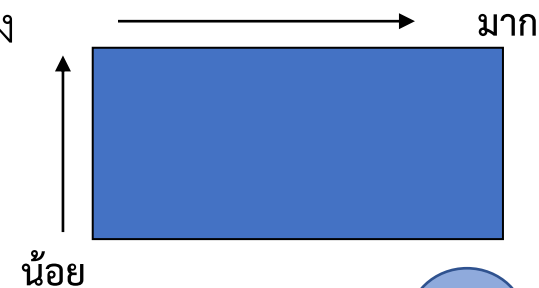
- IE เป็นค่าที่ใช้วัดความยากง่ายในการทำให้อะตอมเกิดเป็นไอออนบวก  
ค่า  $\text{IE}_1 < \text{IE}_2 < \text{IE}_3 \dots$  ตามลำดับ เนื่องจากการดึงอิเล็กตรอนตัวแรกซึ่งอยู่วงนอกและไกลจากแรงดึงดูดของนิวเคลียสที่สุด จะทำได้ง่าย
- ค่า IE ขึ้นอยู่กับ
  - ขนาดอะตอม
  - จำนวนประจุที่นิวเคลียส
  - โครงสร้างการจัดเรียงอิเล็กตรอน

# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

## พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy, IE)

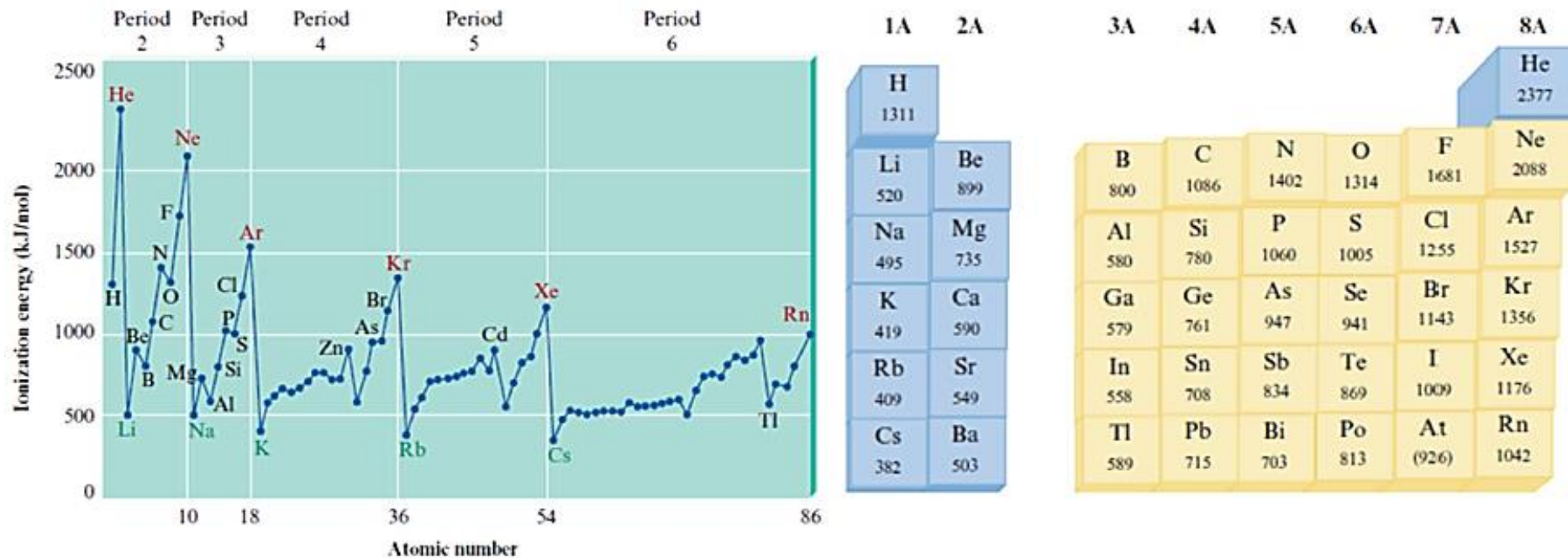


- ตามคาบ ค่า  $IE_1$  จะเพิ่มขึ้นจากซ้ายไปขวา เนื่องจากขนาดอะตอมเล็กลง พลังงานที่ใช้ดึงอิเล็กตรอนในวงนอกสุดมีค่ามาก (ดึง  $e^-$  ออกยากขึ้น)
- ตามหมู่ ค่า IE จะลดลงจากบนลงล่าง เนื่องจากขนาดอะตอมใหญ่ขึ้น พลังงานที่ใช้ดึงอิเล็กตรอนในวงนอกสุดจึงมีค่าน้อย (ดึง  $e^-$  ออกง่าย)



# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

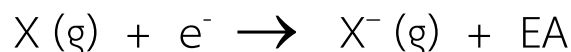
## พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy, IE)



# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

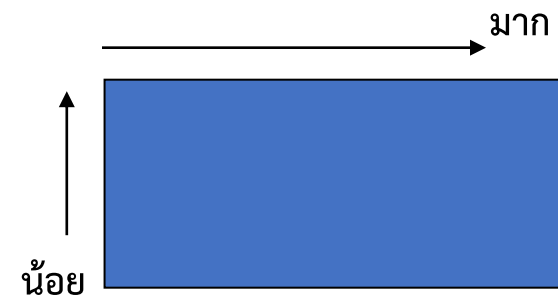
## สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity, EA)

- EA คือ พลังงานที่อะตอมคายออกมาเมื่ออะตอมหรือโมเลกุลในสถานะแก๊สรับอิเล็กตรอนเข้าไปแล้วเกิดเป็นประจุลบ



ตัวอย่างเช่น  $Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g)$  ;  $EA = -348 \text{ kJ/mol}$

( \*\*\* ค่า EA เป็นพลังงานที่คายออกมา จึงมีค่าติดลบ \*\*\* )



- EA เป็นค่าที่ใช้วัดความง่ายของอะตอมในการที่จะรับอิเล็กตรอนเข้าไปในอะตอมแล้วเกิดเป็นไอออนลบ ยิ่งค่า EA ติดลบมาก อะตอมนั้นรับอิเล็กตรอนและเกิดเป็นไอออนลบได้ง่าย
- ตามคาบ EA จะสูงขึ้นเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กลง แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนวงนอกสุดมีค่ามากกว่าอะตอมที่มีขนาดใหญ่
- ตามหมู่ ค่า EA จะต่ำลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากอะตอมมีขนาดใหญ่ขึ้น แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและอิเล็กตรอนวงนอกสุดมีค่าลดลง
- แนวโน้มค่า EA จะไปในทิศทางเดียวกับ ค่า IE

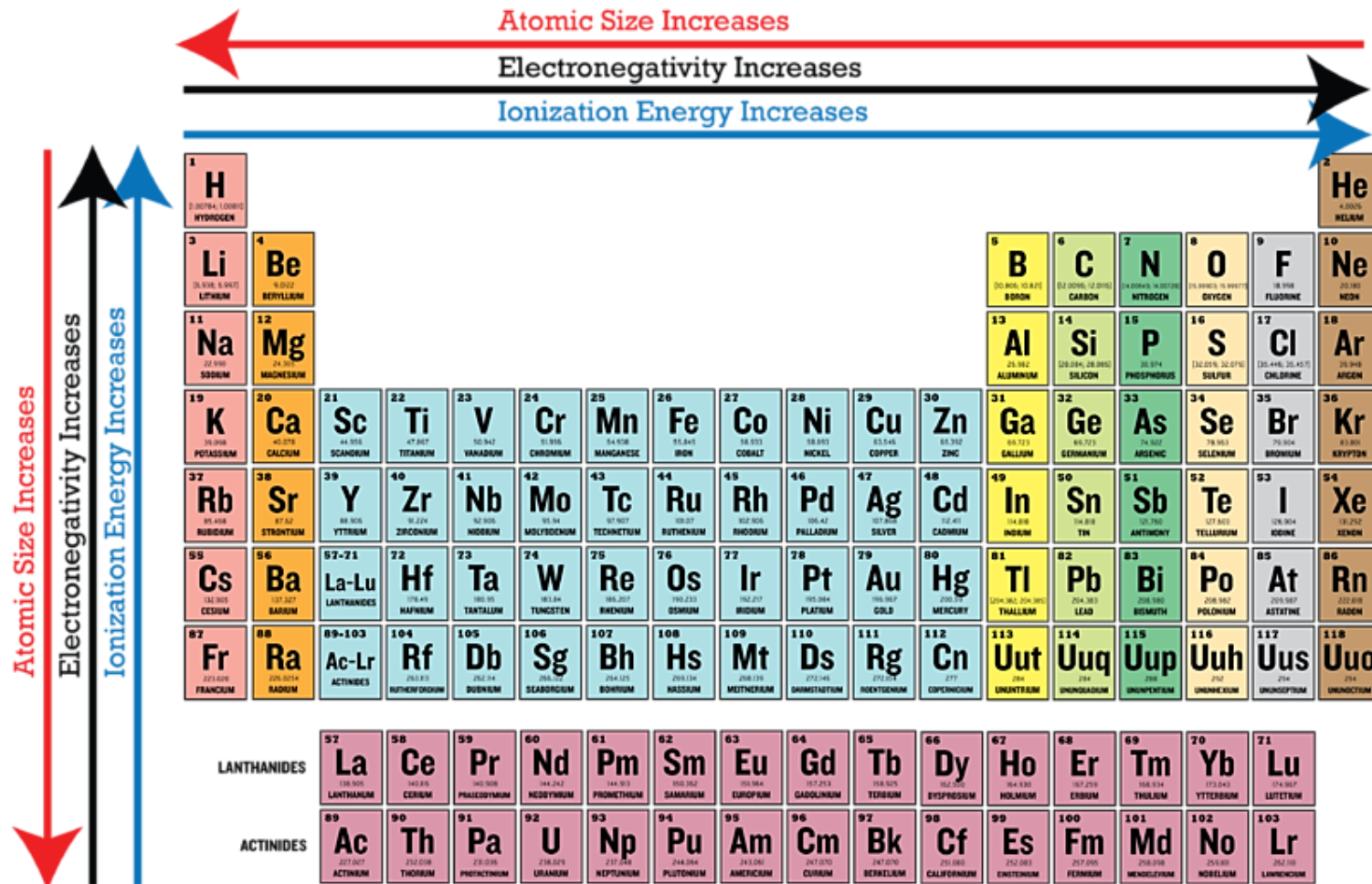
- EN คือ ความสามารถที่อะตอมจะดึงดูดอิเล็กตรอนเข้าใกล้ตัวเองของธาตุนั้นๆ
- EN ไม่ใช่พลังงาน แต่เป็นค่าที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการดึงอิเล็กตรอนเข้าหาตัวมันเองของธาตุแต่ละชนิด

ตามหมู่ ค่า EN จะลดลงจากบนลงล่าง ( \*\*\* แนวโน้มเหมือนค่า IE และ EA \*\*\* )

▶ ธาตุ F มี EN สูงที่สุด

# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

สรุปแนวโน้มความสัมพันธ์ของขนาดอะตอม ค่าพลังงานไอออไนเซชัน (IE) และค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN)



# แนวโน้มสมบัติต่างๆ ของธาตุตามตารางธาตุ

## การเกิดสารประกอบและความเป็นกรดเบส

- สารประกอบออกไซด์ คือ สารประกอบระหว่างธาตุหนึ่งๆ กับออกซิเจน
- สารประกอบไฮดรอกไซด์ คือ สารประกอบระหว่างธาตุหนึ่งๆ กับหมู่ไฮดรอกไซด์ ( $\text{OH}^-$ )
- สารประกอบออกไซด์/ไฮดรอกไซด์ของโลหะจะมีสมบัติเป็นเบส เช่น  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   
 สารประกอบออกไซด์/ไฮดรอกไซด์ของอโลหะจะมีสมบัติเป็นกรด เช่น  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
 สารประกอบออกไซด์/ไฮดรอกไซด์ของกึ่งโลหะจะมีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส (amphoteric)

