【4-4 週期表與元素性質】

一、週期表之發展過程：

1. 1829 年都柏萊納發現性質相似元素，中間元素原子量約等於前後元素原子量的平均值，稱為三元素組。

   (a) Li、Na、K　(b) Cl、Br、I　(c) Ca、Sr、Ba (d) S、Se、Te

2. 1864 年紐蘭發現元素類似性質具有週期循環之關係，將已知元素按原子量排列，稱為八度律(或八音律)。

3. 1869 年門得列夫發現元素的性質隨原子量的增大而有週期性的重複性。將當時已知的六十餘種元素排列成週期表。除把元素規則性的分類外，還預測新元素的存在，並修正已知元素的原子量（參見趙匡華，化學通史，凡異）。

4. 1913 年莫士勒用陰極射線撞擊金屬產生X射線頻率與週期表中元素之順序有關，認為其順序與原子核內的正電荷多寡有關，即現在的原子序。

二、現行週期表：

	1A	2A										3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	H																He
2	Li	**Be**										B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B		8B		1B	2B	**Al**	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	**Cr**	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	**Zn**	**Ga**	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr						Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	**Sn**	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La					Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	**Pb**	**Bi**	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac															

*灰區屬「類金屬」

La														
Ac														

1. 七週期八屬（8A、8B）十六族，共 117 個元素。

2. 金屬多，非金屬少；過渡和內過渡元素皆為金屬元素。

3. 各週期軌域：1s|2s2p|3s3p|4s3d4p|5s4d5p|6s4f5d6p|7s5f6d7p|。

4. 各週期依次有 2、8、8、18、18、32、31 個元素。

5. 同行(族、屬)元素，化學性質相似，又分 A 族(ⅠA～ⅧA)及 B 族(ⅠB～ⅧB)元素。其中 Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt，因化性相似，合稱為 VIII B 族。

6. 同列 (週期)元素性質變化大，但有其規律性。

7. 近年來 IUPAC 建議而將週期表由左至右分 18 族（如 Zn 屬 12 族，Ne 屬 18 族），不過 A、B 族的分法仍相當普遍。

三、**週期表的分類**（依電子組態來分）：

1. 典型元素：週期表的 A 族元素通常叫典型元素。

(1) 包括金屬、非金屬元素，具有廣大範圍的化學性質和物理性質。

(2) 最後電子填入 s 或 p 軌域。

(3) 價電子組態與價電子數如下：

族數	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
價電子組態	ns^1	ns^2	ns^2np^1	ns^2np^2	ns^2np^3	ns^2np^4	ns^2np^5	ns^2np^6
價電子數	1	2	3	4	5	6	7	8

(4) 價電子數與族數相同，故同族者化性也相似。

(5) H 雖與 1A 一樣有 1 個價電子，寫在 1A 族上方，但是氫的氧化數可以+1（如 HCl），也可像鹵素一樣 -1（如 NaH）；H 本身具非金屬性質，但是卻與金屬一樣可以與酸根形成化合物，所以 H 在週期表可視為獨立一族（此時週期表被視為十七族）。

(6) 一般典型元素的化合物和水溶液的離子均為無色，少數例外，如$NO_{2(g)}$紅棕色，$I_3^-{}_{(aq)}$為棕色。

2. 鈍氣（又稱為惰性氣體、稀有氣體）：即 VIIIA 族

(1) 在週期表的最後一個位置，原子序依次為 2,10,18,36,54,86,118。

(2) 電子組態：He為 $1s^2$，餘皆ns^2np^6。

(3) 單原子分子之無色氣體，化性不活潑。

(4) He、Ne、Ar 尚未發現化合態。

3. 過渡元素（即 B 族元素）：

(1) 過渡元素皆為金屬元素，價電子 ns、(n-1)d 可參與反應。

(2) 價電子組態與價電子數如下：

族數	3B	4B	5B	6B	7B	8B	1B	2B
價電子組態	$(n-1)d^1ns^2$	$(n-1)d^2ns^2$	$(n-1)d^3ns^2$	$(n-1)d^5ns^1$	$(n-1)d^5ns^2$	$(n-1)d^6ns^2$ ~$(n-1)d^8ns^2$	$(n-1)d^{10}ns^1$	$(n-1)d^{10}ns^2$
價電子數	3	4	5	6	7	8-10	11	12

(3) 過渡元素常生成有顏色的化合物，其水溶液離子亦多有顏色（除d^0、d^{10}無色外，d^1～d^9時，水溶液具顏色）。

4. 內過渡元素（包括第六週期之鑭系與第七週期之錒系）。

(1) 鑭系：鈰$_{58}$Ce - 鑥$_{71}$Lu係填入 4f軌域，此些元素與鑭性質相似。

(2) 錒系：釷$_{90}$Th – 鐒$_{103}$Lr係填入 5f軌域，此些元素與錒性質相似。

(3) 內過渡元素參與反應的價電子為 ns、(n-1)d、(n-2)f。

(4) 內過渡元素常生成有色的化合物，其水溶液離子亦多有顏色。

(5) 自然界最重的元素為$_{92}$U，超鈾元素皆屬人工元素。

四、**週期表的分類**（依導電性來分）：

週期表有一階梯狀粗線將元素分為金屬和非金屬兩類。

左為金屬（H 除外），右為非金屬。

1. 金屬：

(1) 熱電良導體（溫度越高，導電性越小），其係利用自由電子導電。

(2) 具金屬光澤，具延展性。

2. 非金屬：

(1) 導電性差（石墨除外）。

(2) 無光澤，不具延展性，硬且脆。

3. 類金屬：

(1) 類金屬的導電性介於金屬和非金屬之間，類金屬又稱為半導體

如 B、Si、Ge、As、Sb、Te、Po、At。

(2) 硬度大熔點高，導電性隨溫度上升或加少量雜質而升高。

五、**週期表的分類**（依化學性質來分）：

1. 鹼性元素：金屬氧化物（鹼酐）溶於水呈鹼性，

如 Na、Ba。 $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$

2. 酸性元素：非金屬氧化物（酸酐）溶於水呈酸性，

如 S、P。 $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ ； $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$

3. 兩性元素：氧化物同時具酸性和鹼性，不溶於水可溶強酸強鹼中

如 **Be、Cr、Al、Bi、Pb、Sn、Zn、Ga** （口訣：Pig!你必遷徙新家）。

$2Al_2O_{3(s)} + OH^- + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_4^-{}_{(aq)}$

$Al_2O_{3(s)} + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+}{}_{(aq)} + 3H_2O$

※兩性元素之金屬本身、金屬氧化物、金屬氫氧化物皆具兩性。

$2Al_{(s)} + 2OH^- + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_4^-{}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$

$2Al_{(s)} + 6H^+ \rightarrow 2Al^{3+}{}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$

六、**元素之週期性：**

1. 金屬性（失去電子能力）：

(1) 同族：隨原子序遞增而增。

(2) 同列：隨原子序遞增而減。

2. 非金屬性（得電子能力）：

(1) 同族：隨原子序遞增而減。

(2) 同列：隨原子序遞增而增。

3. 活性：

(1) 金屬族：隨原子序遞增而增。例：鉀與水的反應較鈉劇烈。

$2M + 2H_2O \rightarrow 2MOH + H_2$（M = Li＜Na＜K＜Rb＜Cs ）

(2) 非金屬族：隨原子序遞增而減。例：氟氣與氫氣反應比氯氣容易。

$H_2 + X_2 \rightarrow 2HX$ （$X_2 = F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$）

(3) 同列：先遞減再遞增。

例：鈉與冷水反應產生H_2，鎂與熱水反應產生H_2，

而鋁與冷水、熱水均不反應，若加酚酞至溶液中，

前兩者呈紅色，後者無色。Na＞Mg＞Al。

另外非金屬部分活性隨著原子序遞增而增

（如第二週期：碳＜氮＜氧＜氟），氟是活性最大的非金屬。

4. 氧化物或氫氧化物酸鹼性：

(1) 同族：隨原子序遞增而鹼性強、酸性弱。

(2) 同列：隨原子序遞增而鹼性弱、酸性強。

5. 氫化物酸鹼性：

(1) 同族：金屬氫化物 MH，隨原子序遞增而鹼性強。

非金屬氫化物 HX，隨原子序遞增而酸性強。

HF ＜ HCl ＜ HBr ＜ HI

(2) 同列：隨原子序遞增而鹼性弱、酸性強。

七、**週期表應用：**

1. 有秩序地歸納元素，易了解元素物性與化性。

2. 幫助寫出各原子的電子組態。

3. 使用週期表可預測未發現的元素與特性。

例：門得列夫預測Ga、Sc、Ge存在，後於 1874、1879、1885 年發現

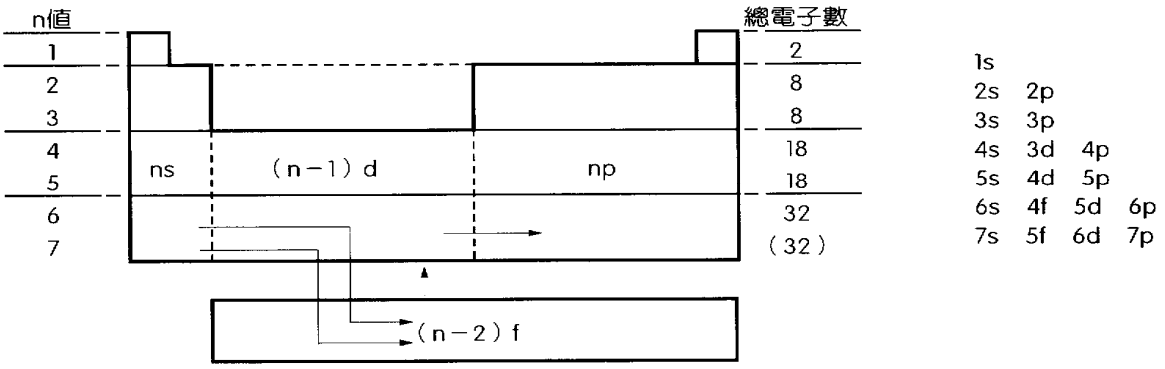
莫士勒預測Tc、Pm、Hf、Re、At、Fr之存在，幾十年後被發現。

我們也可預測第七列最右邊元素，原子序為 118、與Rn相似、

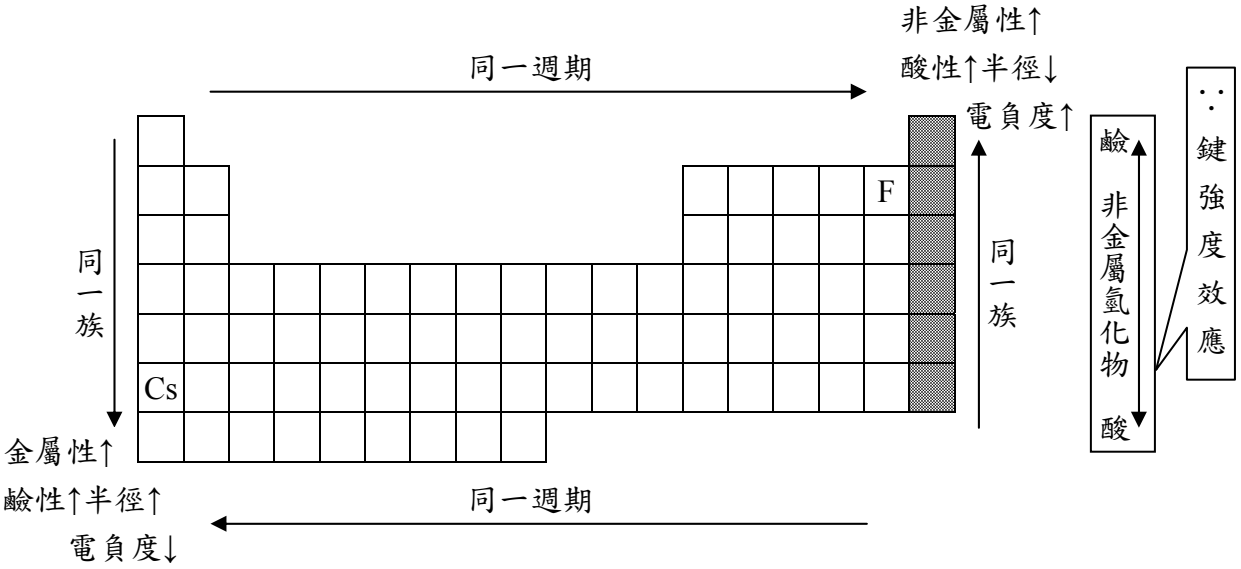
且為放射性元素。

八、整理：

1. 週期表與電子組態：



2. 週期表規律性：



鹼	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_{10}	SO_3	Cl_2O_7	酸
	$NaOH$	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_4SiO_4	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$	

※電負度(EN)：原子搶電子能力(前三名：F＞O＞N)