

→ 1-1 元素特性介紹

元素符號為構成整個化學的基本要素，有些元素常常使用，除了符號須加以記憶外，甚至連原子量及特性也須了解，一般常用於了解元素特性的方式，乃採用週期表（表 1-1）。

一、第一行(IA)，除了氫，常叫鹼金屬

包括：鋰、鈉、鉀、銣、鉍為最軟且具有最低熔點的金屬群。其特性歸類如以下三點：

- (一)反應性強，置空氣中則立即與氧化合，因此在自然界中無游離態，皆以化合態存在，常帶+1 價。
- (二)熔點及沸點皆為 $\text{Li} > \text{Na} > \text{K} > \text{Rb} > \text{Cs}$
- (三)皆乎「不與陰離子」反應生成沉澱物。

二、第二行(IIA)，又叫做鹼土金屬

包括：鈹、鎂、鈣、銦、鋇、鐳。其特性歸類如以下五點：

- (一)IIA 族雖無 IA 族活潑，但仍為強還原劑，即活性仍大，故在自然界亦以化合態存在。
- (二)熔、沸點無規則性。
- (三)晶形不如 IA 族整齊劃一，故物理性質也不規則。
- (四)Ca、Ba、Sr 所形成之「碳酸鹽」及「硫酸鹽」溶解度小，易發生沉澱。
- (五)Be、Mg 所形成之氫氧化物溶解度小。

三、第四行過渡元素

包括：銦、鈦、鈾、鉻、錳、鐵、鈷、鎳、銅及鋅。其特性歸類如以下四點：

表 1-1 元素週期表

		過渡元素-d										典型元素							鈍氣
週期	族	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIA	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0		
		s ¹	s ²	d ¹ s ¹	d ² s ²	(d ¹ s ²)	(d ² s ²)	(d ³ s ²)	(d ⁴ s ²)	(d ⁵ s ¹)	(d ⁶ s ²)	(d ⁷ s ¹)	(d ⁸ s ²)	(d ⁹ s ¹)	(d ¹⁰ s ²)	(d ¹⁰ s ¹)	(d ¹⁰ s ²)	(He 除外) s ² p ⁶	
n=1	1s	1 H 1.0080															2 He 4.0026		
n=2	2s2p	3 Li 6.941	4 Be 9.0122										5 B 10.81	6 C 12.01115	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.179	
n=3	3s3p	11 Na 22.9898	12 Mg 24.305										13 Al 26.9815	14 Si 28.086	15 P 30.9738	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	
n=4	4s3d4p	19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.941	24 Cr 51.996	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80
n=5	5s4d5p	37 Rb 85.467	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.22	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc 99.906	44 Ru 101.07	45 Rh 102.905	46 Pd 106.4	47 Ag 107.868	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.9045	54 Xe 131.30
n=6	6s4f5d6p	55 Cs 132.905	56 Ba 137.34	57-71 Hf 178.49	72 Ta 180.947	73 W 183.85	74 Re 186.2	75 Os 190.2	76 Ir 192.2	77 Pt 195.09	78 Au 196.967	79 Hg 200.59	80 Tl 204.37	81 Pb 207.2	82 Bi 208.980	83 Po 210	84 At 210	85 Rn 222	86 Fr 223
n=7	7s5f6d7p	87 Fr 226.025	86 Ra 226.025	89-103 ★															

內過渡元素-f																
週期	族	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIA	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0	
		d ¹ s ¹	d ² s ²	(d ¹ s ²)	(d ² s ²)	(d ³ s ²)	(d ⁴ s ²)	(d ⁵ s ¹)	(d ⁶ s ²)	(d ⁷ s ¹)	(d ⁸ s ²)	(d ⁹ s ¹)	(d ¹⁰ s ²)	(d ¹⁰ s ¹)	(d ¹⁰ s ²)	
	鐳系	57 La 138.905	58 Ce 140.12	59 Pr 140.907	60 Nd 144.24	61 Pm	62 Sm 150.4	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 162.50	66 Dy 164.930	67 Ho 167.26	68 Er 173.04	69 Tm 174.97	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
	錒系	89 Ac	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.05	94 Pu 242	95 Am 243	96 Cm 243	97 Bk 247	98 Cf 249	99 Es 254	100 Fm 253	101 Md 256	102 No 254	103 Lr 257

- (一)除了鋅以外，大部分具有多種氧化態，也就是可形成多種氧化態之化合物，主要原因是其最外層 s 電子與次外層 d 電子，能階很接近，於化學反應中，皆可參與反應，故可生成各種氧化態（表 1-2）。
- (二)易生成「錯離子」，且多數皆有顏色（因 d 軌域未填滿）。
- (三)大部份元素屬高熔、沸點。
- (四)屬於良導體。

表 1-2 第四列過渡元素之氧化態

				+7					
			+6	+6	+6				
		+5	—	—	—	—			
	+4	+4	+4	+4	+4	+4	—		
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	—	—
—	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
—	—	—	—	—	—	—	—	+1	—
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn

四、第十七(行 VII A)，常稱做鹵素

包括：氟、氯、溴、碘及砷。其特性歸類如以下四點：

- (一)化性活潑在自然界中不以元素形式存在。
- (二)皆有毒性，以氟最毒，依序降低。
- (三)熔點及沸點隨原子序依次升高。
- (四) F_2 、 Cl_2 為氣體， Br_2 為液體， I_2 、 At_2 為固體。
- (五) Cl_2 、 Br_2 、 I_2 常做為消毒劑。

五、環工上水質化學溶解度特性

進行水處理或水質分析時，常會分析重金屬量及陰離子之濃度與種類。此舉無非是想清楚明白水污染狀況或污染物傳輸的問題，因此，具備各成分元素彼此間溶解度之關係就相當重要，茲將陰陽離子間溶解度關係表列於下（表 1-3），供於參考，若須清楚了解，仍須查出其溶解度積。

表 1-3 電解質化合物在水中之溶解度

陰離子	陽離子	溶解狀況
所有陰離子	僅鹼金屬離子、 H^+ 、 NH_4^+	溶解
Cl^- , Br^- , I^-	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} , Cu^+ , Tl^+	低溶解度
SO_4^{2-}	Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Ra^{2+} 及 Pb^{2+}	低溶解度
S^{2-}	鹼金屬、鹼土金屬離子 H^+ 及 NH_4^+	溶解
OH^-	鹼金屬離子、 H^+ , NH_4^+ , Sr^{2+} 及 Ba^{2+}	溶解
PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , SO_3^{2-}	僅和鹼金屬離子、 H^+ 及 NH_4^+	溶解
NO_3^- 及 ClO_4^-	所有陽離子	溶解
CH_3COO^-	除了 Ag^+ , Cr^{2+} 及 Hg_2^{2+} 之陽離子	溶解

1-2 化學鍵

定義

所謂化學鍵乃是指存在於分子中(間)互相吸引之作用力。由能量的觀念觀察,可知爲了得到更穩定的分子,鍵結後所形成的分子能量必小於鍵結前各粒子之總能量,因此形成化學鍵時必釋出能量。一般化學鍵之種類依其形成方式可分爲下列五類,原子間形成三種,分子間形成兩種:

一、共價鍵

由兩個原子間以「共同電子對」之方式所形成的化學鍵稱之。依其提供電子的方式又可區分成兩類:

(一)典型共價鍵:鍵結的原子,各提供一個電子。



(二)配位共價鍵:共用電子對完全由一方提供。



二、離子鍵

兩個帶「相反電荷」的陰、陽離子利用庫倫靜電力而形成，通常此二元素的陰電性須「相差甚大」，方能形成離子鍵，根據此條件可作以下結論：陽離子必須為金屬離子或 NH_4^+ 而陰離子必須為非金屬陰子， OH^- 或酸根。例： CuSO_4 、 KOH 、 NH_4Cl 及 NaCl （圖 1-1）。

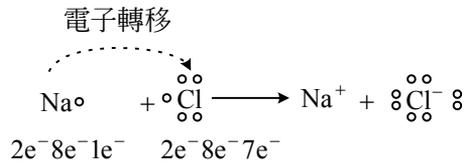
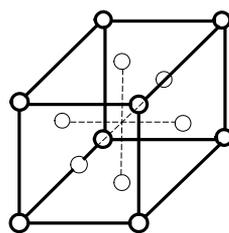


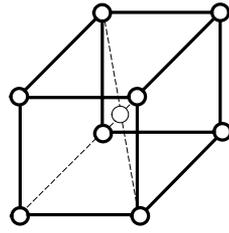
圖 1-1 離子鍵之形成

三、金屬鍵

在合金或金屬晶體中將兩個或更多金屬原子結合在一起的力量，稱之。具有共價鍵的型式，但由於其無固定之共同電子對，故不同於共價鍵。例如：Na、Ca。（見圖 1-2）



Na金屬之體心立方結構



Ca鍵之面心立方結構

圖 1-2 Na 及 Ca 晶體結構

接著要介紹的是分子間的作用力：

四、氫鍵

分子所含氫原子與陰電性甚強之 X 原子（如 F、O、N）相鍵結時，由於共用電子對被此類原子拉走，使得 $\text{H}-\text{X}$ 鍵形成部分離子化現象，

而其中的氫原子則帶正電性，類似一裸露的質子，當此類分子，再遇到陰電性強的元素 Y（如 F、O 則會被其吸引，形成所謂的氫鍵）。（圖 1-3）

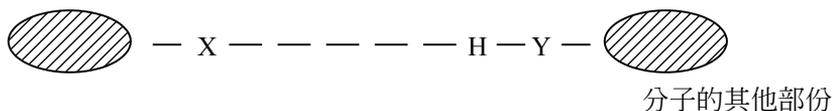


圖 1-3 氫鍵的形成圖

五、凡得瓦爾力

指「未帶電荷」之分子間的弱吸引力。可包括極性分子與極性分子間所產生的偶極—偶極力(dipole-dipole forces)，例 CO、PH₃，及非極性分子間所產生的分散力(dispersive force)，例 N₂、SiH₄，但由於其作用力相當弱，因此常被認為是物理性吸附化學鍵（見表 1-4）。

表 1-4 各種粒子間作用力與能量範圍

種類	凡得瓦爾力	氫鍵	金屬鍵	離子鍵或共價鍵
何種粒子	分子間	分子間	金屬原子間	離子或原子間
能量範圍 (千焦/莫耳)	<10	5~40	50~133	150~400
附註	非化學鍵	弱化學鍵	>40 者屬強化學鍵	

→ 1-3 濃度表示法 (重要)

由於表示濃度的方式很多種，水質化學上有其表達方式，同樣的表示在大氣化學上則不全然相同，故清楚了解各表示方式的內容，才不致誤用。

一、質量濃度

通常表示質量濃度的方法有兩種。一種是「重量對體積」之比值(W/V)，例如 mg/l；另一種是「重量對重量」的比值(W/W)，例如 ppm。假如知道溶液之密度，那麼兩者可互換，如果溶液密度接近 1，那麼兩者意義相