

酸鹼學說間的「恩怨情仇」

北一女中 化學教師 廖淑芬

在高中化學教材中，我們常根據化學反應進行的過程中電子間分布的相對情形，將化學反應區分為氧化還原反應與酸鹼中和反應兩種。所謂的氧化還原反應，係指參與反應的還原劑失去電子，同時氧化劑得到電子，亦即兩者間發生得、失電子的現象；相對於此種關係，我們即定義酸鹼中和反應為未發生電子轉移的化學反應。但如果進一步再深究此一定義，在酸鹼中和反應進行的過程中，電子間到底發生了什麼關係呢？

讓我們重新回顧高中所介紹的三種有關於酸鹼概念的學說：阿瑞尼士(S. Arrhenius)酸鹼學說、布忍斯特(J.N. Bronsted)—洛瑞(T.M. Loery)酸鹼學說(簡稱布—洛學說)、路以士(Lewis)酸鹼學說。先將其主要的概念整理成表一進行比較：

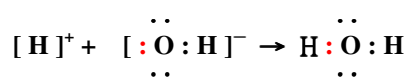
表一 三種酸鹼學說的概念比較

學說	定義		應用範圍	中和反應
	酸	鹼		
阿瑞尼士	在水中產生 H ⁺ 者	在水中產生 OH ⁻ 者	水溶液系	生成鹽和水 HA+BOH→BA+H ₂ O
布—洛	提供質子者	接受質子者	水溶液系 質子轉移反應	質子轉移 HA+B→HB ⁺ +A ⁻
路以士	接受未共用電子對者	提供未共用電子對者	水溶液系 質子轉移反應 不含氫或氫氧離子的反應	生成配位共價鍵 A ⁺ +B→A:B

表一的路以士學說，在討論中和反應時，提及一個名詞「配位共價鍵」。何謂「配位共價鍵」？「共價鍵」的定義是指產生化學鍵的兩原子間，以共用電子對的方式相鍵結；一般而言，構成單鍵時，大多是鍵結的兩原子各提供出 1 個半滿軌域，亦即各提供 1 個價電子，以形成 1 對共用的電子。但是，如果在形成共價鍵時，係由其中 1 個原子提供全空軌域，另 1 個原子提供全滿軌域，亦即共用的 1 對電子均來自於同一原子，即稱此為「配位共價鍵」。

換個角度分析阿瑞尼士的酸鹼中和概念，可發現反應中的氫離子 H⁺ 和氫氧根離子 OH⁻，雖然均為帶電荷的離子態，但當其反應生成水時，兩者間並非產生離子鍵，而是生成「配位共價鍵」，故而所形成的水 H₂O 是小分子，而不是無限堆積成巨大結構的離子化合物。

氫原子是個僅擁有 1 個電子的原子，因此當其失去電子形成陽離子時，H⁺ 將成為只有帶 1 個質子的原子核，亦即其外層的 1s 軌域將呈現全空的狀態；氫氧根離子是個穩定離子，氫和氧外圍的價電子數均符合八隅體的全滿狀態，結構中氧原子外圍除了和氫原子所形成的 1 對共用電子對之外，還有 3 對未共用的電子對。當氫離子與氫氧根離子進行鍵結時，即由氫離子提供 1s 的空軌域與氫氧根離子所擁有的 1 對未共用電子對相結合，形成配位共價鍵(如圖一)；在此反應的過程中，兩粒子間並未發生價電子的轉移，而是價電子共用，因此應屬於酸鹼中和反應，而非氧化還原反應。



圖一 氫離子與氫氧根離子反應時之價電子分配情形

布忍斯特—洛瑞酸鹼學說討論酸鹼反應時，則是將阿瑞尼士學說中關於「鹼」的定義加以延伸。酸仍定義為 H⁺，但因此學說亦適用於非水溶液，因此稱 H⁺ 為質子，而非氫離子(氫離子的原意應為水合氫離子，亦即銜離子 H₃O⁺)，故酸為提供質子者；鹼則定義為接受質子者，但並非所有的粒子均可作為質子接受者，必須是具有未共用電子對者，才可以與質子的空軌域鍵結形成配位共價鍵。

路以士酸鹼學說則是將布忍斯特—洛瑞酸鹼學說中關於「酸」的定義再加以延伸。提供空價軌域的粒子，不一定是質子 H^+ ，任何具有空價軌域的粒子均可；例如，三氟化硼 BF_3 中的硼 B 原子，因為硼為 IIIA 族元素，僅有 3 個價電子，當其與 3 個氟原子鍵結形成三個共價單鍵後，仍具有 1 個空價軌域，故可與另 1 粒子的未共用電子對(例如， NH_3 中的氮 N 原子)再進一步形成配位共價鍵。換言之，路以士所定義的酸，必須具有空軌域以接受未共用電子對，鹼則為未共用電子對的提供者。

比較此三個酸鹼學說，可以說是一種大餅包小餅的關係。其均定義：「酸」為提供空價軌域者，「鹼」為提供未共用電子對者；兩者形成配位共價鍵的過程，即稱為「酸鹼中和反應」。但不同之處為：阿瑞尼士學說將提供空價軌域者限定為氫離子 H^+ ，提供未共用電子對者限定為氫氧根離子 OH^- ；布—洛學說將提供空價軌域者限定為質子 H^+ ，但凡是具有未共用電子對者均可視為鹼；路以士學說則延續布—洛學說對鹼的定義，並進而將凡是具有空價軌域者均視為酸。總而言之，討論非電子轉移的化學反應時，路以士學說適用的範圍最大，阿瑞尼士學說適用的範圍最小。

對學生而言，阿瑞尼士酸鹼學說的內容，從小學自然課即開始接觸，因此較為駕輕就熟，對於布—洛學說和路以士學說，則因接觸較少，容易產生學習瓶頸；但因日常生活或實驗室裡的反應，大多為水溶液系的反應，因此阿瑞尼士學說反而是最受人們重視與討論的理論。事實上，在高中範圍，除了在介紹酸鹼學說的單元中會強調布—洛學說與路以士學說之外，關於酸鹼強度比較、解離反應、中和反應、鹽的水解，甚至於緩衝溶液的應用等，均僅於阿瑞尼士酸鹼學說的討論範疇，所以同學真的不需先畫地自限而影響學習的成效喔!(原文登載於科學月刊第 432 期，2005 年 12 月版)