

酸、鹼、鹽的二、三事

方泰山

國立臺灣師範大學化學系

大自然的奧秘，真是令人歎為觀止。水運行其間，中介物質成為三大類：酸、鹼、鹽，妙不可喻。酸鹼鹽化學的邏輯體系在一般的教科書中均有詳述⁽¹⁾，本文將就日常生活中，有趣的相關酸鹼鹽資料加以衍伸。

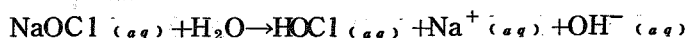
一、游泳池的化學衛生⁽²⁾

喜愛游泳的人，常會擔心載浮載沈的水質如何？樹葉、沙石、毛髮等看得見物質容易將其除去，可怕的是看不見而溶在水裡的污染物：如身體的排泄物，細菌等…需仰賴化學方法，加以處理。

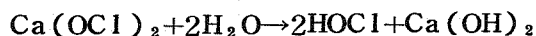
事實上，自來水廠所用的加氯滅菌以成為飲用水是一相當有效的處理方法，因為氯溶於水，則可產生氧化劑次氯酸（ HOCl ）及鹽酸（ HCl ）：



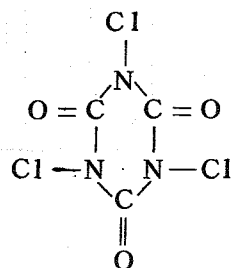
但由於氯氣有毒，且處理起來不方便，含氯的鹽類就成為最常用的物質。家裡洗衣用的漂白劑，次氯酸鈉（ NaOCl ），便是其中之一。次氯酸鈉溶於水，便會產生次氯酸：

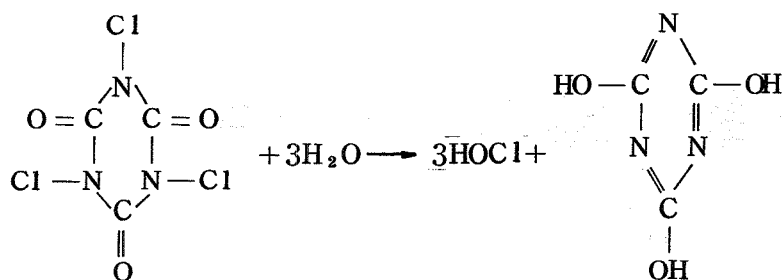


此劑為較強的鹼性物質，用在泳池則需要較弱的鹼性次氯酸鹽。市場上的商品中有一種標示為 $\text{HTH}^{\text{®}}$ 的次氯酸鈣〔 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 〕，其水解化學方程式為：



還有一種叫做三氯異氰尿酸（trichlorinated isocyanurates），也是泳池良好的消毒劑。

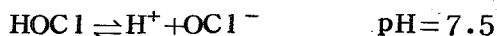




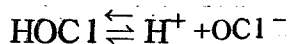
由此可知，以上四個反應所產生的次氯酸是水質保證的重要成員。那麼在化學上的運作功能是如何呢？

次氯酸是細菌的頭號剋星，主要是其分子小且不帶電，很容易穿透細菌的細胞壁，一旦進入，其產生的氯和氧容易氧化或燒壞細菌的蛋白質，而結束其生命。

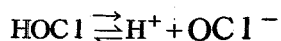
另外一種很重要的功能，是次氯酸對水溶液的 pH 值具有緩衝性質。其在純水中的平衡 pH 值是 7.5，為一弱鹼。



當 pH 小於 7.5，即較酸時，平衡往左移動：



若 pH 大於 7.5，平衡則往右移動：



最理想的平衡是保有相同濃度的〔HOCl〕及〔OCl⁻〕，下表可看出 pH 值改變 OCl⁻ 及 HOCl 之分佈情形。

pH 值的效應		
pH	%〔OCl ⁻ 〕	%〔HOCl〕
6.0	3.5	96.5
6.5	10.0	90.0
7.0	27.5	72.5
7.5	50.0	50.0
8.0	78.5	21.5
8.5	90.0	10.0

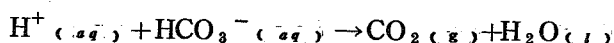
所以當 pH 值在約 7.2~7.8，會有適當的 HOCl 及 OCl^- 的濃度分佈。當 pH 值小於 7.2，會有高濃度的 HOCl ，對泳者的眼睛，有相當的刺激性。若 pH 大於 7.8，多量的 OCl^- ，見光易分解。調節 pH 值，等於調節 $[\text{OCl}^-]$ 及 $[\text{HOCl}]$ 的濃度分佈。鹼度大時（pH 高），一般可加 HCl 或 NaHSO_4 ，來中和過量的鹼，pH 低時，可加 Na_2CO_3 ，使 pH 值回到可接受的 7.5 ± 0.3 （7.2~7.8）之間。

總之，泳池的清潔、酸鹼鹽及其化學平衡扮演很重要的角色。

二、胃酸制劑的平衡⁽³⁾

胃酸制劑，英名 antacids，乃“anti”acid，制酸，即為 against 或“opposite”（反）酸的意思。在化學術語，就是“中和”酸而成鹽和水，因此制酸劑就是鹼。人體內，胃裡的酸就是鹽酸（ HCl ），是由胃所分泌用來幫助消化的一種化學物質。分泌的胃酸中， HCl 的濃度約在 $0.0 \sim 5.4 \text{ g/L}$ （即 $0 \sim 0.15 \text{ M}$ 左右），超過了這個值，就會感覺到胃的不適，時間如果過長，會消化胃本身而造成像火山坑的胃潰瘍。制酸劑可用來防治這種病症。

廣泛地用在制酸劑的鹼是強鹼弱酸所成的鹽類，如碳酸及碳酸氫鹽類， MgCO_3 ， CaCO_3 ， NaHCO_3 ……最常見的是俗稱小蘇打（或焙粉）的碳酸氫鈉。其和酸的中和反應，可釋去二氧化碳氣：



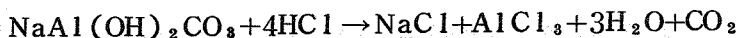
胃酸 焙粉

其好處在於易取，便宜，且速效。壞處則是，若服用過量，可穿透胃壁進入血液中，造成身體中的流體酸鹼度失去平衡，嚴重者造成“鹼化”現象。

除了小蘇打外，氫氧化鋁 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，氫氧化鎂 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，氧化鎂及矽酸鎂 [magnesium trisilicate, $2\text{MgO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ （含水量可變）]，甚至碳酸鎂 MgCO_3 ，碳酸鈣 CaCO_3 ，常可單獨或混合配方成為胃酸製劑，這些弱鹼化合物，主要優點在於其在水中的溶解度不大，不像 NaHCO_3 ， NaCO_3 的高溶解度，會有滲入胃血液中的危險。當然胃制酸藥中，含量多的主要是一些養料性質的填充料，像澱粉、糖類，也因其黏性較容易打成“胃片”，同時亦可以抑制藥物的苦味。

用藥的多寡，要看胃酸分泌的程度，利用酸鹼當量的觀念，加上你的感覺舒適度為指示劑，可做最好的酸鹼中和。要記住，中和的速度也是很重要，但太快速的中和反應，會造成過量的鹼，刺激太多的胃酸分泌。

在你的家庭必備藥，取出胃藥，試取一片看其相當於多少鹽酸？市場上著名的胃藥，Rolaids[®]（美國出品），其主要的製酸平衡化學方程式如下：

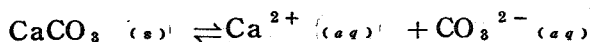


不妨試試看。

三、大自然地室的神雕手——酸彫⁽⁴⁾

若你曾經造訪過岩石地區的地洞，像墾丁海岸，中國大陸西南雲貴地區，你一定會為那些大自然鬼斧神工所雕刻的石鐘乳、石筍等的美景（如圖一）而歎為觀止。事實上，它們是一連串有趣的酸鹼鹽的化學反應累積的結果。

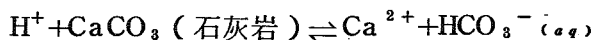
洞穴的形成，可溯自地上水的流過由碳酸鈣鹽（ CaCO_3 ）組成的岩石而溶解成離子：



大家由教科書，知道石灰岩在水的溶解度相當小，一升的水，在室溫約只溶 0.014 g 石灰岩，約只有一個米粒的大小。但若是酸性的水溶液，則大大地增加。由於空氣中含有約 0.03 % CO_2 ，以及有機物質氧化作用的 CO_2 循環，使得自然界的水，或稱雨水，吸收自大氣的 CO_2 ，而成帶酸性的碳酸水：



流過石灰岩，將其腐蝕造成積水的洞及穴，如圖二 A。

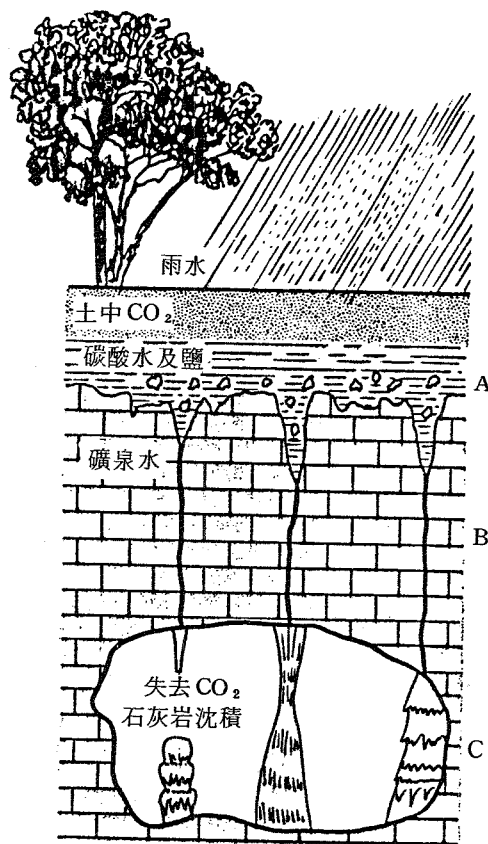


當地上水陷落，會造成網狀的小洞及小穴（如圖二 B），此時可說已進入形成石鐘乳及石筍的先期條件。富有 Ca^{2+} 及 HCO_3^- 離子的水溶液，一旦有機會滲透進入地裡的空間，可能會有固體的 CaCO_3 析出〔如圖二 C〕。然而這種析出，並非水份蒸發所導致，因為地裡的水氣，一般是在 100 % 的溫度，水份不易蒸發。其實，是因為地裡的 CO_2 較空氣中的 CO_2 為少，因此溶在水中的 CO_2 釋出，酸性減低，又使已溶的石灰岩的成份 CaCO_3 回復（逆向的化學反應）。一滴又一滴，一環又一環，一柱又一柱，千百萬年，甚至上億年，而成了我們今日所能看到的石鐘乳、石筍。在澳大利亞的奧古斯塔（Auyusta）的萬聖洞穴（Easter Cave）所發現的石鐘乳，長達 6 米。造成洞的礦水，掉落地上，就慢慢長成石筍，二個，三個……石筍有時連在一起，煞是壯觀。

你若有機會造訪這些洞穴，不妨想一想酸鹼鹽的化學，如何已默默地在那兒運行了上千萬年的時光了！



圖一 石鐘乳、石筍的實景



圖二 石鐘乳、石筍形成過程示意圖

參考資料

- (1)(A)華視空中大學教材「自然科學概論」，第12、13講(民79年)。
- (B)國立編輯館，高中化學第二冊第七章。
- (2)(3)取材自 美國化學會出版 “Chem Matters” April 1983 P4 及 P6
- (4) 取材自美國化學會出版，“Chem Matters” February 1984 P10。