

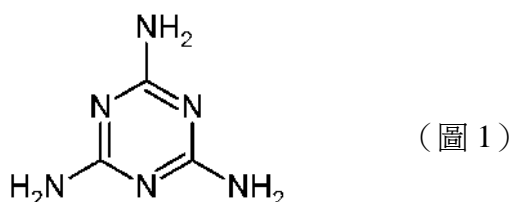
# 三聚氰胺的魅影

新店高中化學教師 王瓊蘭

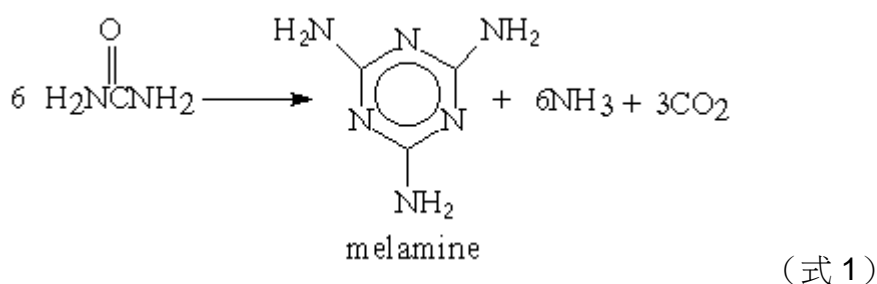
生活中的化學事件，總是以迅雷不及掩耳的姿態發生，造成群眾的恐慌與不知所措，再加上新聞的熱力播報，與媒體的推波助瀾，常迫使大眾急著想要釐清事件的真相，並進而好奇的想知道其中所涉及的化學變化，好遠離損害與避免陷入危險境內。因此，每當國內外有重大化學事件發生時，化學老師們正可趁著新聞所具有的時效性，以及風潮效應，同步向學生們介紹相關的化學知識，甚至可命題設計出與當年度學測或指考，類似的模擬試題，以加強學生們對相關化學知識的領悟力，並抓住其內所蘊藏的化學奧秘。

不過，若是等到同一事件炒作過多後，再跟著尾風寫出文來，則鮮度不再，而事過境遷，反倒令人望而生厭。例如：2008年9月份爆發的中國三鹿毒奶粉，含三聚氰胺的污染事件，其在台灣所引起的騷動與震撼，彷彿遭到骯髒彈<sup>(註1)</sup>的侵襲般，影響所及深入各個層面，到處殘留著鬼魅般的感覺，時至今日雖已歷經一個多月了，仍舊是鬼影幢幢。

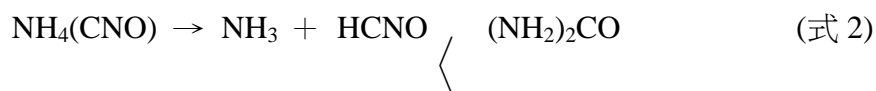
畢竟民以食為天，三聚氰胺影響著食品業的生計，所以，就算是炒冷飯，一般化學事件的真相，還是需要用化學語言才能說得通，究竟三聚氰胺是何鬼魅，先看看它的化學結構(圖1)：



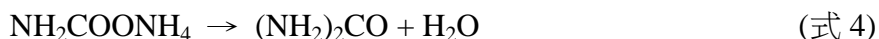
三聚氰胺的分子式是  $C_3H_6N_6$ ，分子量等於 126，俗稱蜜胺或蛋白精，是一種無味，微溶於水的白色晶體。工業上是用尿素作為原料製造出來的，其反應方程式為(式1)：



尿素最早是在 1773 年，由法國化學家羅埃爾(Hilaire Marin Rouelle, 1718~1779)於人尿中發現的；1823 年德國化學家維勒(Friedrich Wöhler, 1800~1882)用沒有生命的氰酸與氨水或氯化銨與氰酸銀，製備出純淨的尿素，打破了有生命和沒有生命物質間的界線，並且在製程當中，闡述氰酸銨  $NH_4(CNO)$ 和尿素  $(NH_2)_2CO$ ，有相同的分子式  $CH_4N_2O$ ，兩物質互為變異性同分異構物(式2)。



工業上生產尿素的原料是氨和二氧化碳，反應分兩步驟來完成，依序分別是(式 3、式 4)：



整個製程的中間產物是胺基甲酸銨  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ，它也是工業上製造出的碳酸銨  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  裏，兩種鹽分中的一個成分，另一個成分是碳酸氫銨  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 。

碳酸氫銨俗稱銨粉，由二氧化碳通入氨水中，達到飽和後，結晶而得；或是將二氧化碳通入碳酸銨溶液中，也可得到。其在室溫下是一種白色晶體，加熱到 36 至 60℃ 時，會分解產生氨、二氧化碳和水 (式 5)。

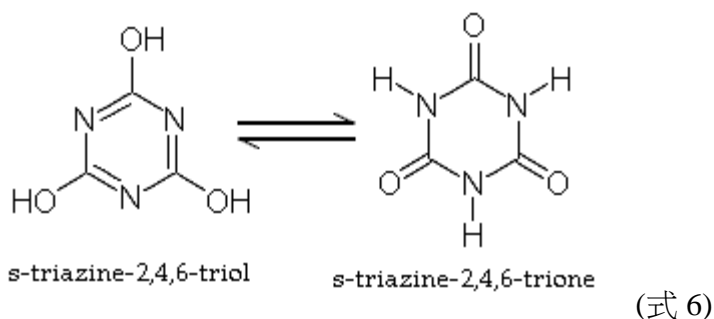


銨粉通常作為食品加工用的膨鬆劑，是製作油條、蘇打餅乾、麵包與泡芙時所採用的發粉。

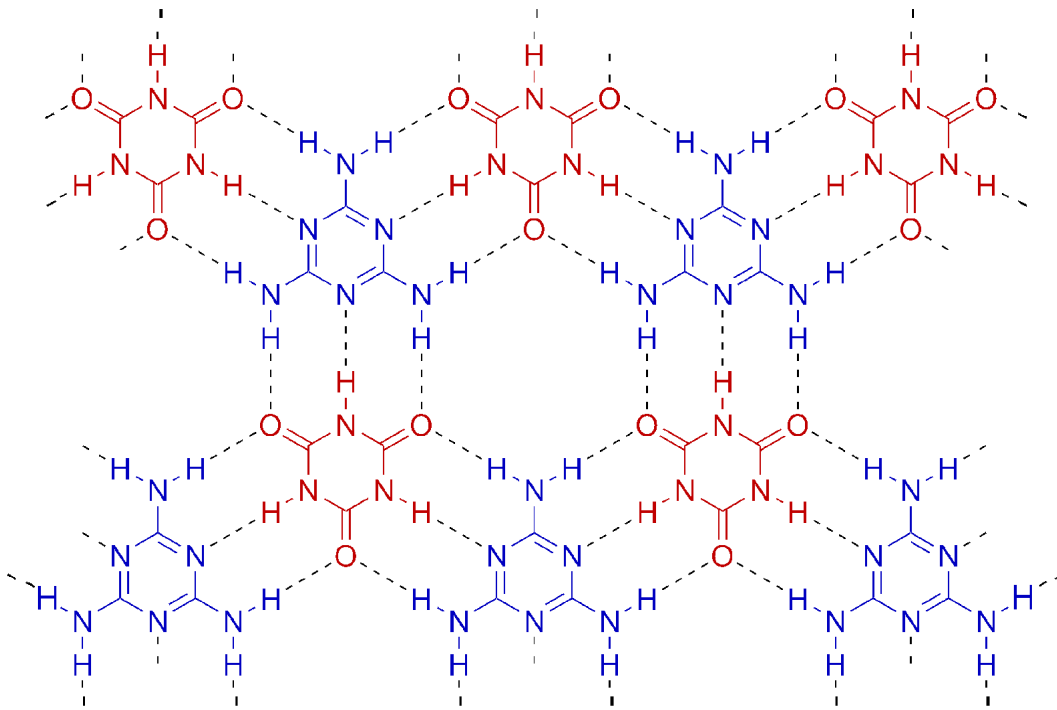
碳酸銨是一種臭鹽，常被用來對付突然昏厥的人，將它拿到患者的鼻邊，稍微用力摩擦並擠壓一下，就會釋出俗稱阿摩尼亞的氨氣，讓患者因聞到阿摩尼亞的強烈刺激氣味，便立刻甦醒過來；而它也可作為食品加工用的膨鬆劑。

日前很不幸的，被抽驗出來自中國進口的銨粉中，含有過量的三聚氰胺。

三聚氰胺碰撞到強酸或強鹼水溶液時，胺基會逐步被羥基取代，最後生成三聚氰酸，又稱為氰尿酸，它有兩種變異構體 (式 6)。



三聚氰胺與三聚氰酸混合在一起，兩者的構形會互補，經由多個氫鍵，緊密、麻吉的結合在一起，形成網狀的氰尿酸三聚氰胺晶體 (圖 2)；由於上述的緣故，這種晶體很難溶於水。



(圖 2)

曾發生於 2007 年，在美國飼養的小寵物，相繼暴斃的事件中，追究肇事原因時，發現該群寵物所吃的飼料，皆是 2006 年底，來自於中國大陸，輸送到美國的問題飼料；經過檢驗分析後，才發現在小麥和大米的蛋白粉中，摻雜有三聚氰胺與三聚氰酸的微量成分；接著在一項毒物學的研究裡，被證實可能是三聚氰胺與三聚氰酸的結晶，造成小寵物腎結石的罪魁禍首；其關鍵證據是中毒的小寵物腎臟中，也發現了含有這兩種物質的結晶，此結果雖未必能具體的推論出中毒的反應機構，然而兩者混合，確實能伴生出穩定的晶體來。

在奧妙的生物體化工廠中，氰尿酸三聚氰胺晶體間的氫鍵結合，竟然是由小嬰兒、小寵物製造出來；它既不像一般的鹽類如磷酸鈣、草酸鉛、碳酸鎂等，離子間以離子鍵強烈結合在一起；也不像共價網狀晶體如二氧化矽、碳化矽、氮化硼等，原子間以共價鍵，緊密鍵結在一塊；而是回歸到生命本質 DNA 鹼基對間，分子間以氫鍵聯結的方式，密切吻合在一起，真是天衣無縫，如同螞蟻雄兵般，讓人驚識到分子規則排列，多個氫鍵形成的巨大威力，而引發人特別的深思。

從三聚氰胺的污染事件，可以看出化學語言雖然生硬，但在追根究柢時，還是有助於化學事件的明朗化。

台諺說：「人若衰，種瓠仔生菜瓜」這應該是三聚氰胺的近日寫照吧！一個倒霉的分子，名字被誤以為是含有劇毒的氰化物，卻是潔白的固體；原本用來製造美耐皿聚合物的原料，好端端的被捲入毒奶粉中，用來作成危害生靈的蛋白精與鉍粉。奇怪的是三聚氰胺的價格，比等重的奶粉、鉍粉或尿素還貴許多，卻一直被用來作為冒充品，更可怕的調查結果，三聚氰胺的來源，可能是出自塑膠化工業中的廢渣，魚目混珠所衍生出的禍害。

化學的世界裡，有什麼變化，不可能發生呢？從距今一百八十多年前，維勒得意洋洋的表明「我能不從人、狗或任何一種動物的腎臟中，製造出尿素。」推翻活力論開始，化學家就不斷地在實驗室裡探討，將多種無機化合物，轉變成可以食用的藥品或食物；而黑心的商人胡亂將有機物三聚氰胺或尿素等，丟入食品中，擺明了做活體實驗，結果竟把有機物轉變

成結石礦物。

如今卻又爆發出，在香港連雞蛋裏都檢驗出含有三聚氰胺，這不禁讓人聯想到，草食性動物原本只吃素的，卻因飼主想降低成本，而在飼料中摻雜一些肉骨粉，害得牛、羊等吃了葷後，竟得到牛海綿狀腦病，俗稱瘋牛症，並且會傳染給吃到病變動物屍體的人類，此事殷鑒不遠，人類活該咎由自取，違反自然的結果，弄得上帝也瘋狂。難道雞吃了三聚氰胺的飼料，就能生出三聚氰胺了嗎？哇！這可真是太神奇了，如此母雞可以變成化工廠，製造出塑膠原料啦！說不定哪一天，又有人將含有三聚氰胺的三鹿奶粉，餵給改良好的雞吃，生出正夯的加味吸管原料，製成的吸管就不需再在管中添加香料顆粒，吸起來就有天然的奶香味了。

註 1：骯髒彈是通過引爆傳統的炸藥，如黃色炸藥等，所產生的巨大威力，將內含的放射性物質，拋灑到空氣中，造成相當於放射性塵埃的污染；因炸彈中的放射性物質釋放量很微小，所以不會對人體造成立即的健康傷害，並且可能不會造成長期不利的影響。但是其清除困難，爆炸後會引發公眾恐慌，並持續對經濟與社會造成不利的影響，因此，它的危害更多在心理上，而非大眾的生命。不過，截至目前為止，世界上還沒有一顆骯髒彈，被製造及使用過。

