



王水知多少？

王水的發現

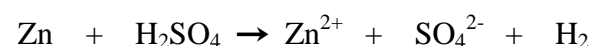
早期歐洲及阿拉伯的煉鍊金家多以爐火加熱，進行反應。約在十二到十三世紀時，才有可溶解金屬的強水（aqua foris 即硝酸， HNO_3 ）和王水（aqua regia 在拉丁字義上即為皇族）之記載。這些酸性「水」可用來確認和分辨金、銀，也讓煉金家改用不加熱的反應方式進行煉金。但是已知確定發明硝酸的是逝於西元 1327 年的杜佛（Vital du Four）。著名的德國礦冶學家阿格利科拉（Agricola, 1494~1555）曾用"aqua valens"表示可以溶解金屬的「強水」，實際包括硝酸、硫酸和王水。到十七世紀初才有比利時人海爾蒙（Van Helmont, 1579~1644）的記載，說明由硝酸和氯化銨（ NH_4Cl ）製成可以溶解黃金的「王水」。1624 年有人稱之為「辨識水」（Scheidewasser, 德文），因可以區別金和銀。當時人已知道：銀可以溶於硝酸但不溶於王水，而金可溶於王水但不溶於硝酸。直到十九世紀瑞典人柏濟留斯（Berzelius, 1779~1848，即中學教科書裡的「巴結流」）才確定以一份硝酸和二到四份鹽酸都可配成王水。王水的溶解力極強，但王水本身並不安定，是因混合所產生之 $\text{Cl}_{2(g)}$ 及 $\text{NOCl}_{(g)}$ （方程式如下），可將金屬轉變為金屬氯鹽，金屬氯鹽再與氯離子反應成為穩定之錯離子，或許一硝三鹽是源自此一方程式。



一直到現在，王水仍被用來冶金。這是人們認知酸強大威力的最早記載。

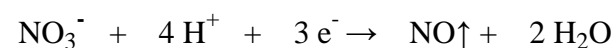
王水的作用

一般金屬常可與酸作用，釋放出氫氣。例如，鋅和硫酸的反應是：

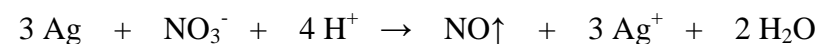


其中鋅失去電子氧化成鋅離子，酸中的氫離子還原成氫。只要金屬的標準氧化電位高於氫，或標準還原電位低於氫（氫的標準氧化電位及標準還原電位都定為 0），此金屬可以溶在酸中，如鋅即是。反之，如銅、銀則不溶在一般酸中。

然而，硝酸本身具有強氧化力，本身還原分解成一氧化氮：



銀、銅等金屬標準還原電位比它小，故可受氧化而溶解，因為硝酸稱為「強水」，表示比一般酸為「強有力」。例如：

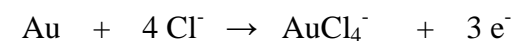


但金及鉑在酸中氧化電位極低，還原電位極高，如

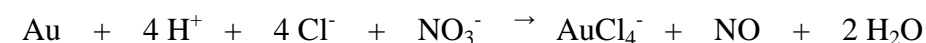


硝酸也無法與之反應。

若硝酸與鹽酸混合，則有氯離子存在，金與鉑的氧化電位因形成錯離子而提高，例如：



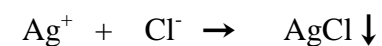
已和硝酸相差無幾，反應即可進行：



王水何以不能溶解銀？

強水（硝酸）可以溶解銀，但不能溶解金的原因已見上文，但為什麼王水不能溶解銀呢？實際上，王之所以稱「王」只因它可以溶解金，而非表示它可以溶解任何物質。例如如果將王水加水蔗糖當中，可能就沒有什麼作用了！反而是濃硫酸會比較有用，因為濃硫酸的脫水性就對有機碳水化合物就非常明顯，所以蔗糖加入濃硫酸之後，蔗糖會因脫水而只剩下黑色的碳而已。其實王水只對金、鉑等這幾種金屬比較有用，但如果是遇到其他物質就不一定會很有用。

銀「不」溶於王水是因為銀和氯離子不生成錯離子，而是形成氯化銀固體。所以，一旦銀和王水中的硝酸作用，被氧化成銀離子，立即和鹽酸中的氯離子化合而成氯化銀沈澱物：



氯化銀（ AgCl ）覆蓋於銀的表面，因而阻止了銀繼續反應。就像有些金屬（如鋁、鋅）會和空氣中的氧作用產生氧化物薄膜，保護該金屬不再繼續作用一樣。

參考文獻

1. 科學人 2009 年第 84 期 2 月號
2. 高中化學教學諮詢網