



## 23. 「釩」(V) 元素的介紹

連續敲。女神只好起身開門，站在她面前的是一位英俊美男子，他叫塞夫斯湯姆。女神與塞夫斯湯姆一見鐘情，不久就生了個兒子，他們給孩子取名「釩」<sup>6</sup>。

這個美麗的邂逅，是瑞典著名化學家貝采尼烏斯給他學生維勒的一封信中的內容，講述的是「釩」元素的發現。

維勒與塞夫斯湯姆都是學識淵博、經驗豐富的化學家，而且論成就維勒比塞夫斯湯姆更大，然而兩人在同樣面臨機遇時，卻是塞夫斯湯姆緊追不捨，捕獲到了獵物。

其實，早在1801年墨西哥礦物學教授福安德日(Andrés Manuel del Río Fernández, 1764-1849, 圖4)就已發現了「釩」



圖4、Andrés Manuel del Río Fernández, 1764-1849  
© Dominio publico

福安德日曾就讀於德國、英國和法國，在1794年到墨西哥的礦業學校

任教。有天，他在研究墨西哥出產的礦物時，他相信他已經找到了新元素，於是公開宣布這一發現於1801年，且命名此新元素為Panchromium，意為「所有顏色」，因為此一新元素可形成許多美麗色彩的化合物。後來福安德日又改命名此元素為Erythronium，來自希臘文erythros(紅色)，因為這一礦石溶於酸中後形成的鹽，在加熱時會產生一種紅色物質。現在我們知道這紅色物質是「五氧化二釩」( $V_2O_5$ , 圖5)，該礦石是「釩鉛礦」( $Pb_5(VO_4)Cl_3$ , 圖6)。



圖5、五氧化二釩 ( $V_2O_5$ )  
© 公有領域



圖6、釩鉛礦  
© CC BY-SA 4.0

福安德日就將新元素的發現告知他過去歐洲的同事，且寄給他們含該元素的礦石，以供確認。不幸的是，他的歐洲同事研究後的結論是：認為福安德日發現的新元素其實就是當時已知的元素「鉻」罷了。這讓福安德日非常灰心喪氣，從此不再過問此一新元素發現之事，直到過了30年後，才被塞夫斯湯姆(圖2)重新發現「釩」。雖是如此，不論是福安德日或塞夫斯湯姆，都是在「五氧化二釩」的礦石內找「釩」元素，可是都未能把「釩」從礦石化合物裏單獨分離出來。直到1887年，英國化學家羅斯科爵士(Sir Henry Enfield Roscoe, 1833-1915, 圖7)才找到一個化學方法能從氧化物中分離出純「釩」。

「釩」是一種明亮、帶有銀白色光澤的金屬(圖8)，耐腐蝕性強，且「釩」的「延展性」(ductility)很高，可以很容易延伸成細絲線。「釩」的熔點高達攝氏1910度，而「釩」的沸點也高達攝氏3407度。

「釩」最特殊之處，在於有時候「釩」具有金屬該有的性質，像是「釩」是熱和電的良好導體，且可熔融，易捶成薄片，甚至延展成爲細絲線；另外時候「釩」也具有非金屬的特質。



圖7、Sir Henry Enfield Roscoe, 1833-1915  
© CC BY 4.0



圖8、釩是銀白色金屬  
© CC BY 3.0

「釩」在地殼中含量爲0.02%，相對其它元素而言，「釩」是屬於儲存量豐富的元素。在地球元素的「豐度」(Abundance)上，「釩」的儲存量估計排名爲第20名。但都以少量的形式存在於60多種礦物中，其中最重要的礦物資源是「釩鉛礦」。雖然含有「釩」的礦石很多，但一直沒有人專門開採這種礦石，一般都是從其它來源，以及從

## 23. 「鈮」(V) 元素的介紹

委內瑞拉石油中以副產品方式取得。「鈮」的全球產量約為每年七千噸。據估計，「鈮」在南非的蘊存量約為1250萬噸，佔世界第一。

純態的「鈮」會和空氣中的「氧」作用，在「鈮」表面上生成「氧化鈮」，進而防止「鈮」的內部更進一步的氧化，使固態的「鈮」可以更穩定存在。這種現象和「鋁」金屬很相似，「鋁」在空氣中也會和「氧」作用，在「鋁」的外表生成薄層的「氧化鋁」，這可避免「鋁」進一步氧化。「鈮」也不溶於水，更不會和「鹽酸」或「冷硫酸」起反應，但「鈮」却會和「硝酸」產生反應。

「鈮」的硬度是7.5(世界上最硬的物質是「鑽石」，其硬度為10)，「鈮」比「鋼」還硬，所以可以用來刻劃玻璃和「石英」。只要在「鋼」中加入不到1%的「鈮」，所製得的「鈮鋼」(Vanadium Steel)的彈性、韌性、硬度等就會顯著地增加，難怪人們用對人體極為重要的維生素來讚譽「鈮」，稱「鈮」為「鋼鐵的維生素」。

當然，除了用做「鋼鐵的維生素」外，許多工業也離不開「鈮」，因為「鈮」多半做為「合金」成分之一，用於工程材料之中。例如含「鈮」的「合金」計有：運用在醫療器械中的特別「不鏽鋼」、運用在切割工具中的「不鏽鋼」、運用在高速飛機之渦輪噴氣發動機的零件等等。又「鈮」也可和「鎵」(Ga)所形成的「合金」用來製作高強度的導電電磁鐵。

美國生產「鈮」有80%被用做煉鋼的添加劑。這是因為「鋼」中添加少量的「鈮」，可增強「鋼」的耐磨性、抗壓性及高溫性。值得慶幸的是，此處並不需要用純度很高的「鈮」。由於「鈮」在高溫下易與「氧」和「碳」反應，所以很難大量製取純「鈮」。正因如此，在煉鋼中加入的是「鈮」的「亞鐵化合物」，而非純「鈮」。這樣形成的鋼稱為「鈮鋼」，前面說過：它很堅硬且具有耐衝擊性及耐振動性，因此「鈮鋼」常被拿來做

彈簧(圖9)及各種引擎。



圖9、鉻鈮鋼彈簧

鈮鋼」還能用於製造船舶、飛機、低溫器械和切割工具、甚至包括醫療手術器材(圖10)等的重要零件。用「鈮鋼」製造的鋼盔，



圖10、添加「鈮鋼」所製成的各樣器具  
器械圖片來源：Pixabay, 由ExplorerBob發佈

既薄又輕，其強度足以抵禦子彈和鋼鐵彈片。「鈮鋼」製的穿甲炮彈，能夠射穿40公分厚的普通鋼板。在含「矽」(Si)、「鎳」(Ni)的裝甲鋼鐵中再摻入0.2%的「鈮」，防彈可靠性可高達到99%。

美國汽車大王福特(Henry Ford, 1863-1947, 圖11)

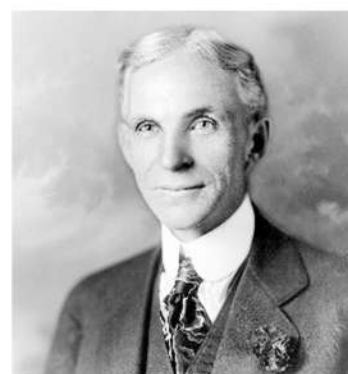


圖11、Henry Ford, 1863-1947 © 公有領域

## 23. 「鈦」(V) 元素的介紹

曾感慨地說：「假如沒有「鈦」，也就沒有今天的汽車。」汽車的主要零件，如發動機、馬達、彈簧、轉動軸、齒輪等都是用「鈦鋼」製造的。福特本人就是因為較早採用「鈦鋼」製造汽車零件，進而大大降低了汽車成本，減輕了汽車重量，使福特牌汽車一舉成名。

如果在「鈦鋼」中加入少許「氮」，還能大大提高它的耐寒能力。用這種材料製成的輸送管道、井架，能耐得住北極和西伯利亞的酷冷。反之，而其它鋼材一到北極地區，就變得十分脆弱。

以「鈦」做為「合金」成分製成的「鈦鋼」也常用來生產「核反應堆」用的結構零件。普通「鋼」具有「軟變性」，即在高溫和長時間的重力作用下會扭曲和伸張。例如在「核反應堆」中，這種性質會使帶有燃料的反應棒破裂。「鈦鋼」的抗軟變性能很強。使用「鈦鋼」的另一個優點是「鈦」不易吸收中子(中子是在「核反應堆」中啟動鈾裂變並使「鏈式反應」連續進行的核粒子)，所以「鈦」的存在對「核反應堆」中進行的核反應幾乎沒有任何影響。

含「鈦」的化合物都具有五顏六色，這是因為當「鈦」失去2個電子成為正二價的「鈦離子」( $V^{2+}$ )時會呈現紫色；成為正三價的「鈦離子」( $V^{3+}$ )時呈現綠色；成為正四價的「鈦離子」( $V^{4+}$ )時呈現藍色；正五價的「鈦離子」( $V^{5+}$ )時呈現紫色。由此可知，會出現各種顏色的含「鈦」化合物是顏料工業、特種墨水工業、玻璃和陶瓷工業、紡織工業、印刷工業等的必備原料(圖12)。



圖12、鈦在顏料中可作為添加劑。鈦能產生藍、黃和綠色，尤其是美麗的藍色著色劑，稱作鈦藍。它是在鈦化合物存在下，加熱氧化鋯和矽石生產含鈦鋯晶體得到的。

其實，「鈦」最常見的化合物就是「五氧化二鈦」，它是一種黃紅色晶體，常被用做催化劑、染料、固色劑和陶瓷的釉料。「五氧化二鈦」的主要商業用途是做為生產「硫酸」的催化劑。「硫酸」被稱為「化學的糧食」。以前人們在製造「硫酸」時，曾一度使用「鉑」(Pt)做「催化劑」，但「鉑」十分昂貴，性質也不穩定，現在已經被「五氧化二鈦」所取代。由於在製造「硫酸」過程中，會產生大量的「三氧化硫」( $SO_3$ )，「三氧化硫」是「硫酸」生產中的一個重要中間產物，一般是用暴露於「氧氣」中的「二氧化硫」( $SO_2$ )來製備。在普通條件下，上述反應進行得很慢，但如果讓這些原料在與「五氧化二鈦」接觸的情況下進行化學反應，則「三氧化硫」的生成速度會變得非常迅速，進而可以快速且大量製造出「硫酸」。

「鈦」另一個未來被看好的新用途，就是用「鈦」來製作電池的零件，以便應用在電動汽車上，如此一來，希望能達成「節能減碳」的功效。這是因為含「鈦」的氧化物具有會隨著晶體結構的不同，其晶體內部的「鈦」也會出現不同的氧化態(從+2到+5)，處於這些氧化態的「鈦」具有高度穩定性，進而產生豐富的氧化還原化學反應，可將化學能轉化為電能。無怪乎，有人預言以「鈦」為主的氧化物將會是未來推動電池革命的下一代新電極材料。

一提起血的顏色，人們便會不約而同地回答：紅色。其實不盡然如此，血不只有紅色，還有藍色、綠色等。一般高等動物的血中有含「鐵」的血紅蛋白，因此呈現紅色。有些軟體動物，如田螺、烏賊等(圖13)，由於牠們是由含「銅」的血藍蛋白來



圖13、田螺、烏賊，是由含「銅」的血藍蛋白來輸送「氧氣」的，因此它們的血液呈藍色。

圖片來源：免摳素材網由Mrpan19所發佈、百度百科

輸送氧氣，因此它們的血液呈藍色。而海

## 23. 「釩」(V) 元素的介紹

洋生物海鞘(圖14)的血則是綠色的，這是



圖14、「鋼纖海鞘」的血液富含稀有元素——「釩」  
圖片來源：百度百科

因為它的血液中含有正三價的「釩」( $V^{3+}$ )，也就是說，這些生物體內是由「氧化釩」及蛋白質結合而成的「釩細胞」組成的，推測之所以如此，可能和人體內的血紅素細胞一樣，也具有運送「氧氣」的功能，但至今尚未被正式確認。

海水中「釩」的含量很小，約只有 $2 \times 10^{-9} \text{mg/L}$ 的量，而「海鞘」卻有著驚人的富集「釩」的能力，它體內含「釩」的濃度可比海水高出幾十億倍。由於地球上「釩」的分佈十分分散，很難找到「釩」含量超過1%的礦藏，因此「海鞘」具有聚集「釩」的本領引起了世界各國科學家們的廣泛興趣。目前，日本已在海濱建起了「海鞘」養殖場，據說他們已經利用從「海鞘」體內獲取的「釩」，煉製了一些特種鋼材。

「釩」還存在於許多生命有機體內，在海產蝦類、家禽、蛋、動物肝臟、甚至人腦中，都有「釩」的成分。如果豬飼料中加入少量「釩」，可以大大促進豬的食慾，進而快速把豬催肥。動物體內若缺「釩」，則會產生生長遲緩、生殖機能低下等病症。

跟「錫」(Sn)一樣，人體內的「釩」含量遠超過人體真正的需要量。體重七十公斤的人平均含有將近二十毫克(1毫克= $10^{-3}$ 公克)的「釩」，每天的攝取量則在二毫克左右。「釩」被認為是某種「酶」(或稱「酵素」)的管制者，而這種「酶」可監控「鈉」在人體內的活動。還有「釩」在人體中可能扮演其它生化角色，但尚未經科學進一步證實，像是有醫學報導，「釩」被證實具有促進糖尿病患者復原的功用，因為「釩」可幫助人體內的胰島素分泌，因此多吃海產蝦子，可促進「釩」的攝取，有助於避免糖尿病。只是「釩」在人體內所扮演的功能角色是什

麼？仍在探討中。

「釩」最先是在1977年引起營養學家的興趣，當時一些藥廠推出的「腺苷三磷酸」(簡稱ATP，圖15)，被發現會改變神經

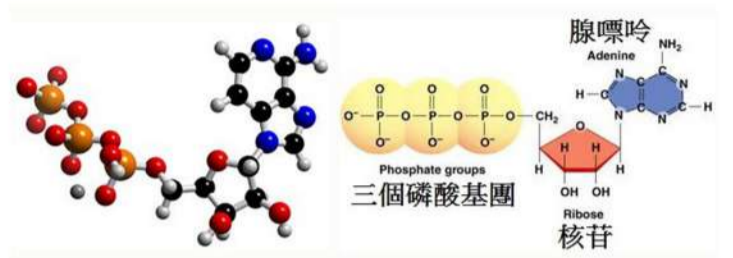


圖15、ATP (adenosine-triphosphate) 是腺嘌呤核苷三磷酸的簡稱，又叫三磷酸腺苷(腺苷三磷酸)，其中A表示腺苷(由腺嘌呤和核糖組成)，T表示其數量為三個，P表示磷酸基團，即一個腺苷上連接三個磷酸基團，其結構簡式為A-P~P~P。

系統「鈉-鉀」的平衡，而「腺苷三磷酸」本來就是要用來調節神經系統的。「腺苷三磷酸」是一種高能量分子，存在於負責推動很多代謝過程的每個細胞中。據推測造成「鈉-鉀」失衡的原因可能是源自微量的「釩」，因為有可能「釩」取代了「腺苷三磷酸」的「磷」，而阻斷了「酵素」反應。如此一來，開始引起人們對「釩」這種元素的極大興趣，雖然還不很清楚「釩」對人體到底扮演何種角色，但大家卻已經認定「釩」真的是人體不可或缺的「微量元素」之一。對雞和老鼠進行餵食實驗後顯示，「釩」的確有促進生長和繁殖的功效，所以研判「釩」對人體可能也有相同的功能。

另外，最近，有科學家還發現有一種「釩固氮酶」(圖16)具有「固氮」作用，這一發現為人工模擬「生物固氮」開闢了廣闊的前景。

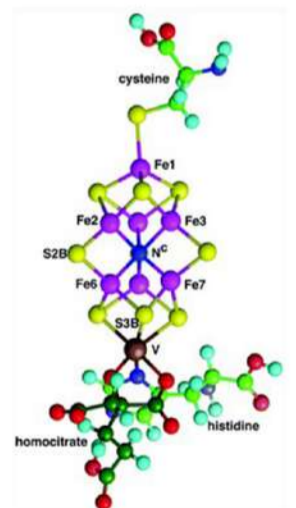


圖16、釩固氮酶

到目前為止，還沒發現到「釩」本身對人體有任何毒害作用。但要注意含「釩」的化合物卻是毒性很高。有醫學上的報導，人體吸入含有「釩」的塵埃會導致肺癌。

從上文介紹裏，可以了解到雖然人們早在140年前就已經注意到「釩」元素的存

## 23. 「鈮」(V) 元素的介紹

---

在，但到目前為止，我們對「鈮」的認識與應用還處於嬰兒時期，還有很長遠的路要走，希望聰明的讀者您能發揮化學專才，多多研究及開發「鈮」的特性與功能，相信在不久的將來，「鈮」必然以更不平凡的姿態造福人類。