

21.「釷」(Sc)元素的介紹

學性質，表1所示。

表1、原先門捷列夫預測「似硼」(Eb)元素和後來真實發現的「釷」(Sc)元素之各種性質的比較：

Eb(似硼)	Sc(釷)
(1) 原子量約為44	(1) 原子量約為45.1
(2) 密度約為3.0	(2) 密度約為3.0
(3) 是金屬，不揮發，無法用光譜分析方法發現	(3) 是金屬，無揮發性
(4) 形成鹼性氧化物 Eb_2O_3	(4) 形成鹼性氧化物 Sc_2O_3
(5) 高溫使水分解	(5) 沸騰時使水分解
(6) Eb_2O_3 不溶於水，密度約為3.5	(6) Sc_2O_3 不溶於水，密度為3.864
(7) Eb_2O_3 很難形成硫酸鹽	(7) Sc_2O_3 形成無機鹽 $3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3$

不過這個預言就像放在漂流瓶中的信箋一樣，暫時被學術的汪洋大海淹沒了。

門捷列夫的預言在當時沒有得到人們的注意，直到在19世紀晚期，世人對「稀土元素」(Rare Earth Elements)的研究開始成爲一股熱潮。附帶一提的是，所謂「稀土元素」並不是說這些元素真的很稀少，而是因爲它們很難從地球土壤中提煉出來，且彼此間也很難分離開來，因此稱爲「稀土元素」。化學元素週期表所指的「稀土元素」總共有17個之多。

它們是「釷」(Sc，原子序號21)、釷(Y，原子序號39)、及15個「鐳系元素」。這15個「鐳系元素」分別是「鐳」(音唸ㄌㄚˊ，La，原子序號57)、釷(音唸ㄉㄨˋ，Ce，原子序號58)、鐳(音唸ㄌㄨˊ，Pr，原子序號59)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Nd，原子序號60)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Pm，原子序號61)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Sm，原子序號62)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Eu，原子序號63)、釷(音

唸ㄌㄨˊ，Gd，原子序號64)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Tb，原子序號65)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Dy，原子序號66)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Ho，原子序號67)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Er，原子序號68)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Tm，原子序號69)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Yb，原子序號70)、釷(音唸ㄌㄨˊ，Lu，原子序號71)。

在「釷」被發現的前一年，瑞士的馬里納克(Jean Charles Galissard de Marignac, 1817-1894，圖4)從帶有玫瑰紅顏色的「釷土」(Er_2O_3 ，圖5)裏，利用



圖4、Jean Charles Galissard de Marignac, 1817-1894 © Public Domain



圖5、帶有玫瑰紅顏色的釷土(Er_2O_3) © 公有領域

局部分解的方式得到了一種不同於「釷土」的白色氧化物，他把這種氧化物命名爲「釷土」(Yb_2O_3)。

當時馬里納克手頭樣品沒有多少，就建議手頭有充足「釷土」的科學家多製備一些「釷土」，以研究它的性質。

這時瑞典的烏潑沙拉大學(Uppsala University)的尼爾森(Lars Frederik Nilson, 1840-1899，圖6)手頭上正好有「釷土」的樣品，



圖6、Lars Frederik Nilson, 1840-1899 © Public Domain

21.「釷」(Sc)元素的介紹

他就想按照馬里納克的方法把「鐳土」做進一步的提煉，並精確測量「鐳」(Er)和「鐳」(Yb)的原子量(因為他這個時候正專注於精確測量「稀土元素」的物理與化學常數，以期對化學元素週期律做出驗證)。當他經過13次局部分解之後，得到了3.5公克純淨的「鐳土」。但是這時候奇怪的事情發生了，馬里納克給出的「鐳」的原子量是172.5，尼爾森得到的則只有167.46。

尼爾森敏銳地意識到可能有其它的元素魚目混珠在裏頭，才使得這個原子量的測定值怪怪的。於是他把得到的「鐳土」又用相同的流程繼續處理，最後只剩下十分之一樣品時，測得的原子量更是掉到了134.75，光譜中還發現了一些新的吸收光譜線。尼爾森的判斷果然正確，因此也就獲得了給新元素取名的權利，他用他的故鄉「斯堪第納維亞」(Scandinavia)把此一新元素命名為Scandium，中文取名為「釷」(音唸ㄅㄨㄛˋ)。

1879年，他正式公布了自己的研究結果，在他的論文中，還提到了「釷鹽」和「釷土」(Sc_2O_3)的很多化學性質。不過在這篇論文中，他沒有給出「釷」的精確原子量，也還不確定「釷」在化學元素週期表中的位置。

尼爾森的好友，也是同在烏潑撒拉大學任教的克里夫(Per Teodor Cleve, 1840-1905，圖7)剛好在一起做這個工作。他從「鐳土」出發，把「鐳土」一再提煉後，再分出「鐳土」和「釷土」，又從剩餘



圖7、Per Teodor Cleve, 1840-1905
© Public Domain

物中找到了「釷」(Ho)和「鐳」(Tm)兩個新的「稀土元素」做為副產物，最後他才進一步了解「釷」的物理和化學性質。

如此一來，門捷列夫放出的漂流瓶沉睡了十年之後，終於被克里夫撈了起來，他認識到「釷」元素正是十年前門捷列夫預測的「似硼」元素。

在那個不但對於元素的電子層結構一無所知(連電子都是1899年才被發現的)，甚至還有當時化學界權威如杜馬斯(Jean-Baptiste André Dumas, 1800-1884，圖8)這樣的化學家對原子論都持懷疑態度，不相信能把一個未發現元素的性質描述得如此精準，和後來對「釷」元素的實驗觀測值吻合，於是全世界科學家開始普遍接受門捷列夫的化學元素週期表。



圖8、Jean-Baptiste André Dumas, 1800-1884
© Public Domain

「釷」本身質量很輕，熔點很高(攝氏1,541度)，沸點更高(攝氏2,836度)且耐腐蝕性強，適合做為飛機材料，因此引發航空工業很大的興趣。純「釷」金屬直到1937年才由電解熔化的「氯化釷」(ScCl_3 ，圖9)生產出來，最早期的一些「釷」的銀白色樣品是專門為美國空軍製造的。不幸的是，一旦「釷」暴露於空氣中，顏色會逐漸變成淡黃色。



圖9、氯化釷 (ScCl_3)
FAL

21.「鈦」(Sc)元素的介紹

「鈦」元素最常被人們使用於棒球場或足球場照明的金屬「鹵化燈」中。所謂「金屬鹵化燈」，就是在發光管內灌入含「鈦鈉合金」(Sc-Na Alloy)的物質，藉由放電可發出類似太陽光的光芒(圖10)。這種燈比單純的「鹵素燈」(圖11)燈管還要亮，壽命也



圖10、鈦鈉金屬鹵化燈
圖片來源：百度百科



圖11、鹵素燈
© 公有領域

更長，耗電量大約只有「鹵素燈」燈管的50%，不論是展示品、電影拍攝時的照明用燈，或做為植物栽培的照明用燈，都獲得相當高的評價。

其實，「鈦」元素本身幾乎沒有任何商業用途，純元素的「鈦」多半應用在「合金」上。

由於「鈦」的密度(2.989公克/立方公分)和「鋁」的密度(2.70公克/立方公分)接近，因此最主要用途是用在和「鋁」元素混合為「鈦鋁合金」(Sc-Al Alloy)。如此一來，不僅可以增加「合金」(Alloy)的金屬強度，還可降低「合金」晶粒的尺寸大小，進而縮小體積及減輕重量。現在大約已經開發出十多種的「鈦鋁合金」。在俄羅斯，其中一些「鈦鋁合金」應用於航空上。在歐洲和美國，已評估把「鈦鋁合金」用在飛機結構零件上，因為「鈦鋁合金」具有高強度、重量輕的優點。這種「鈦鋁合金」也已經運用在運動器材上，像是棒球棒和壘球棒

(圖12)、自行車架(圖13)、曲棍球棒，甚至手槍和汽車的引擎！



圖12、鈦鋁合金製成之曲棍球棒



圖13、鈦鋁合金已使用在自行車車架上

在核能工業中，含「鈦」的「氫化物」及「氘化物」皆被視為優良的「中子減速劑」，可以用來操控中子的速度，進而控制核能大小、甚至停止放出核能。此外，含「鈦」的化合物也用於製作微電子學中的「發光二極體」(圖14)和太陽能電池的生產。



圖14、發光二極體

「鈦」也是「鐵」的優良添加劑，少量的「鈦」可顯著提高「鑄鐵」的強度和硬度。另外，「鈦」還可做為「鎢」(W)和「鉻」(Cr)混合的高溫「合金」之添加劑。

「鈦-46」(^{46}Sc)是「鈦」的同位素之一，在石油精煉中做為原子追蹤劑。它具有放射性，半衰期是83.8天，在原油精煉過程中加入「鈦-46」後，可通過放射性跟蹤、監視某些希望了解的石油組成，大幅地提高了把原油分離成不同成分的效率。

至於「鈦」對人體健康的影響，至今仍然不是很清楚。基本上，「鈦」元素被認為是對人體及動植物無毒害性。雖是如此，還是建議人們要小心處理「鈦」元素及含有「鈦」元素的相關用品。

21.「鈦」(Sc)元素的介紹

據估計，「鈦」元素在電子儀器、雷射研究和未來的燃料電池中很可能扮演會重要的輔佐角色。甚至可以採用「鈦」元素做為磁力強的高級磁鐵材料之一（因為根據「電磁學」原理：電可以生磁，磁可以生電。所以可以用高級磁鐵來發展高效率的新型電動車。）「天生我材必有用」，尤其在科技發達的今日，可以預見「鈦」元素和其它「稀土元素」都同樣重要、同樣扮演著科技業重份量的角色。當然，「鈦」元素要能夠長期發展及應用，還有賴於能夠穩定地長期供應。相信「鈦」的鼎盛時期將必然是指日可待的。