



館訊

- p2 臺灣地震震度之起始與更迭
太空劇場
立體劇場
- p3 微觀真菌—顯微鏡下的真菌世界
- p4 教會裡的社會扶助工作—從玉里天主堂談起
- p5 揚子鱷
- p6 互動3D遊戲結合展示來認識白海豚及其保育省思—展場虛實整合應用分享
- p7 2019多元文化學習活動—親愛自然·賞螢體驗

國立自然科學博物館，除了臺中市北區的本館區外，尚包括位在霧峰區的「921地震教育園區」、南投縣鹿谷鄉的「鳳凰谷鳥園生態園區」及竹山鎮的「車籠埔斷層保存園區」。各區除了生動有趣的常設展及特展之外，尚包括世界級的現地保存遺址、戶外的現生動植物活體展示及大自然景觀，呈現出豐富、多元的博物館面貌，歡迎您的光臨！

門德烈夫與元素週期表的故事

文—劉冠任·圖—劉美秀

聯合國教科文組織於今(108)年1月29日在巴黎開辦了國際化學元素週期表年(The International Year of Periodic Table of Chemical Elements, IYPT)開幕活動，啟動了全球各國慶祝與紀念門德烈夫發表元素週期表150週年活動的序幕。

本館為共襄盛舉，善盡推展科普的職能，訂於8月下旬起推出「百變化學—元素週期表150年」特展(圖1)，內容含「地殼中的元素礦物」、「大地瑰寶」、「尋找文學詩詞作品裏的化學」、「天文—元素的創生」、「元素週期表光雕投影」……，還定時舉辦「化學魔術秀」等，精彩可期。

為何在人類歷史中產生了「化學元素週期表」？這與歷代科學家們追求科學事實真相、探究自然事物真理的信念息息相關。傑出的科學家們從物質的交互作用中，認識自然的準則與規律性，並大膽的對未知的領域進行預測，終於獲得由後人驗證成功的結果，門德烈夫的學術生涯就是一個明顯的例子，可以傳頌科學預測的本質。

據說於1865年獲得聖彼得堡大學博士學位，並擔任該校教授的俄國化學家門德烈夫(Dmitri Ivanovich Mendeleev, 1834-1907)，在學期間就顯露出執著的科學精神，對科學數據要求正確精準，尤其關注在已知元素間的相互關係上，但直言不諱、急進好辯又不修邊幅的個性，卻獨樹一格。

19世紀初期，科學界尚未具備測定元素原子質量的技術，甚至科學家們還為當時已知的氣體是單原子或雙原子而爭論不休，使得所有已知元素的原子量數值只能維持相對的比值。1860年在德國西南部喀斯魯(Karlsruhe)地區舉辦了第一次國際化學會議，會議中，義大利有機化學家坎尼扎羅(Stanislao Cannizzaro, 1826-1910)發表演說表示，經實驗結果，他主張接受亞佛加厥(義大利化學家, 1776-1856)的假說：「同溫、同壓時，同體積的任何氣體含有相同數目的粒子數」，對原子和分子、原子量與分子量加以定義和區別，科學界因此建立了氫氣是雙原子分子、氫原子量為1的共識。門德烈夫在1859至1860年間，因獲得獎學金有機會到巴黎及德國海德堡遊學，回程中參加了喀斯魯會議。據門德烈夫於1889年得到英國皇家學會頒授法拉第獎的演講中指出，他當時深受坎尼扎羅演講的影響。



圖1「百變化學—元素週期表150年」特展主視覺

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ВѢДЪ АТОМНОЕ ВѢСЪ И ХИМИЧЕСКОЕ СХОДСТВО.

H = 1		
Be = 9, Mg = 24, Zn = 65, Cd = 112		
B = 11, Al = 27, ? = 68, U = 116, Au = 197?		
C = 12, Si = 28, ? = 70, Sn = 118		
N = 14, P = 31, As = 75, Sb = 122, Bi = 210?		
O = 16, S = 32, Se = 79, Te = 128?		
F = 19, Cl = 35, Br = 80, I = 127		
Li = 7, Na = 23, K = 39, Rb = 85, Cs = 133, Tl = 204,		
Ca = 40, Sr = 87, Ba = 137, Pb = 207,		
? = 45, Cr = 92		
? = 56, La = 94		
? = 71, Di = 95		
? = 75, Th = 118?		

圖2 門德烈夫1869年發表的週期表(https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=33876)

g	Gruppen I.	Gruppen II.	Gruppen III.	Gruppen IV.	Gruppen V.	Gruppen VI.	Gruppen VII.	Gruppen VIII.
g	R ⁰	R ⁰	R ⁰	R ⁰	R ⁰	R ⁰	R ⁰	R ⁰
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	Sc=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=58, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	Rh=101, Ir=104, Pd=106, Ag=108.	
6	Rb=85	Sr=87	La=138	Ce=140	Pr=140	Nd=144	Pm=145	
7	(Ag=108)	Cd=112	Pr=140	Ce=140	Pr=140	Nd=144	Pm=145	
8	Cs=133	Ba=137	La=138	Ce=140	Pr=140	Nd=144	Pm=145	
9	(-)		La=138	Ce=140	Pr=140	Nd=144	Pm=145	
10			La=138	Ce=140	Pr=140	Nd=144	Pm=145	
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	Po=209	At=210	
12			Th=232	Pa=231	U=238	Np=237	Pu=244	

圖3 門德烈夫1871年發表的週期表(wikipedia)

門德烈夫並不是第一位察覺出元素間有規律變化的科學家。19世紀初期的科學家們通常以兩種不同方法為元素分類，一是依據元素相似的化學性質；另一項是依據原子量的比值關係。例如，1829年德國化學家杜布萊納(Johann Wolfgang Döbereiner, 1780-1849)發現特定的三元素組(triad)趨勢：鋰和鉀兩者原子量的平均數與鈉的原子量非常接近，相同的現象也發生在鈣、鋇、鋇一組，硫、硒、碲一組，以及氯、溴、碘一組之間，

每組內各元素間的化學性質相近。不過，在當時因科學家對原子量的數值尚無共識，很難看出元素間真正的關係。另一個例子是1862年法國地質學家德尚寇特斯(B. De Chancortois, 1820-1886)發表的整體模式，試圖以螺旋的方式將已知的24個元素排列在圓筒上，當時他已經注意到元素間的週期性：每隔7個間隔就會出現類似性質的元素。雖然他發表的論文很重要，但被化學家們忽略了，因為它歸屬於地質學領域。另一位英國化學家紐蘭茲(J.A.R.Newlands, 1837-1898)於1864年發表了類似的規律，他在二維平面空間上排列了35個元素，第8個元素就會產生重複，像是音階一樣，不過他選擇以近似樂理的方式報告，他的發現在當時飽受嘲弄。後來，門德烈夫於1882年，因為提出元素週期表這個貢獻，被英國皇家學會頒授戴維獎章，當時紐蘭茲也要求英國皇家學會認可自己「八音律」的發現，學會終在1887年授予他相同獎章，表彰他「發現了元素週期律」。

門德烈夫分別於1869年及1871年提出了2張週期表(圖2、3)，2張週期表的行列相反。他的先知灼見是將前述兩種不同的元素分類方法合而為一，整理出規律性。據說他製作了63張分別寫滿各種元素名稱、原子量及其氧化物的卡片，運用了類似撲克牌「接龍」遊戲的方式理出頭緒，以系統性、規律性來建構各種已知元素間的關係，而且對未知元素進行預測。例如，門德烈夫1869年提出「擬鋁」(eka-aluminium)及「擬矽」(eka-silicon)兩種未知元素，其原子量應介於65至75之間；1871年提出「擬硼」(eka-boron)，原子量應為44左右。這些未知元素自1875年起陸續被其他科學家們發現，並被證實其在週期表中的適當位置，這真是科學史上神奇的故事，也顯出門德烈夫的不平凡。

1902年紐西蘭物理學家拉塞福(Ernest Rutherford, 1871-1937, 1908年諾貝爾化學獎得主)與其同事索迪(Frederick Soddy, 1877-1956, 1921年諾貝爾化學獎得主)提出元素蛻變假說：放射性係由原子本身分裂或蛻變為另一種元素的原子而引起的，放射出 α 、 β 射線，變成另一新的元素。門德烈夫難以接受放射性存在的現象，因為這打破了長期認為原子不能被改變的傳統觀念。再加上英國化學家拉姆西(Sir William Ramsay, 1852-1916, 1904年諾貝爾化學獎得主)等人接連發現各種單原子的惰性氣體元素，這可能讓門德烈夫自覺元素週期表的不完備，終至晚年抑鬱寡歡。

門德烈夫所發表的元素週期表是以各種元素不同的原子量來探討，至於，後來發展以元素原子序來排列的元素週期表，那又是一段新的故事了。