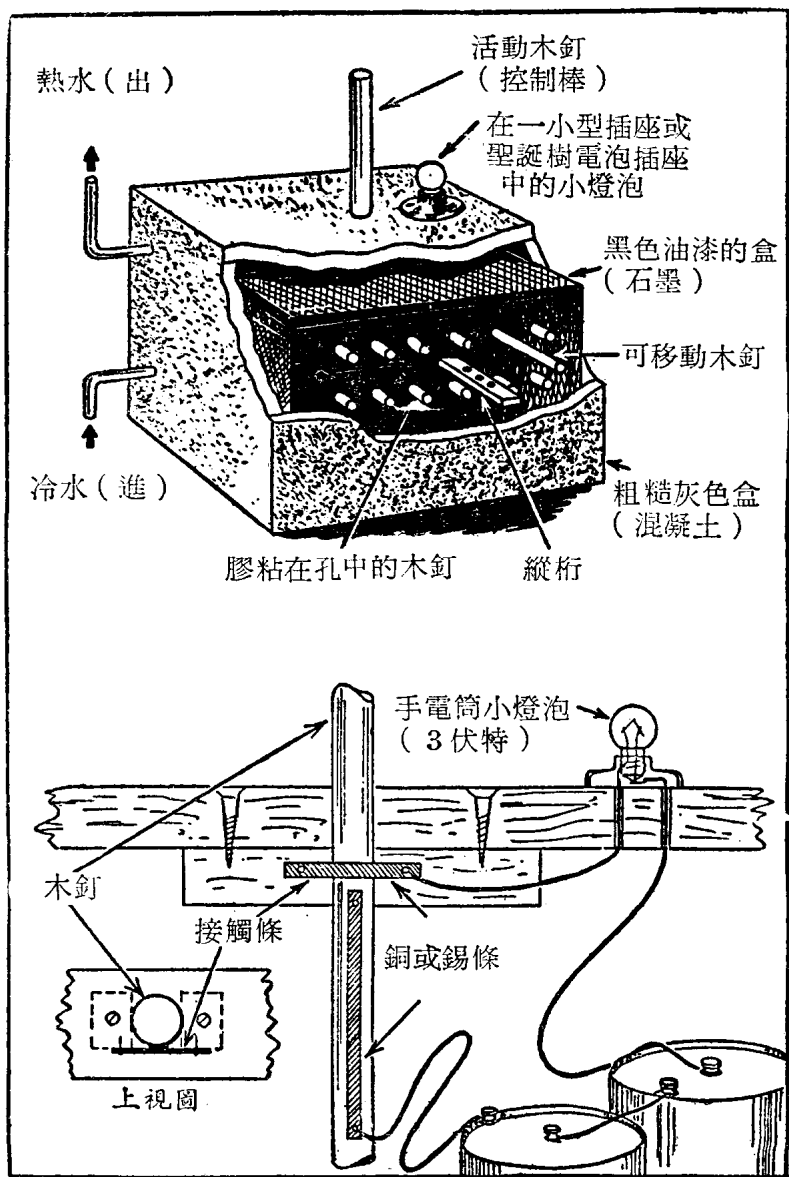


科學圖書大庫

簡易原子實驗

納爾遜 · 比勒 合著
富蘭克林 · 勃蘭萊

徐氏基金會出版



木製原子堆模型

簡易原子實驗

比 勒 合 著
勃 蘭 萊

這是一本由淺入深，說明原子的性質的書。使讀者能夠應用一般日常用品來進行關於原子科學的實驗。這些實驗簡易明瞭，像對蓋革計數器的基本原理，迴旋加速器的錯綜複雜，各種元素的成分等，都有詳細的陳述，並進一步用能在任何廚房或地下室中完成的實驗和模型做示範。它能使你用一個玻璃杯、一些鋁箔和一塊木頭做成一具電子收集器，或者用一隻舊錶製成你自己的閃爍計數器。

這本書討論到吸引與排斥的基本電荷，並指出這些電荷如何與原子的構造相關。同時也向讀者指出了一些比較深奧的原子知識的器械，像驗電器和質譜儀等。當然，在各章的敘述裏，也指示了讀者如何去做相似的儀器。

每一段原子的故事——從最初認為原子是可分割的開始，直到原子潛艇的出現——都用圖表和實驗詳加說明。研究科學知識，實驗是非常重要的課，這本書將會給你易於遵循的指導，教你如何去做；使你在研究實驗中對原子學方面最近的進展能獲得充分的瞭解。

緒 言

原子科學的發展，今天雖已安然步上了和平用途的大道，更深、更廣的影響着全人類的日常生活。但是，目前卻很難見到一本較有系統的介紹原子科學的書籍，以供給學校中的教師和學生閱讀進修，這確是一件令人感到遺憾的事。

比勒和勃蘭萊合著的簡易原子實驗，以淺近流暢的文字寫成，通俗易解；書中所述，除包括原子能的研究發展之外，還介紹了許多有價值的、簡單易懂的原子實驗問題，使讀者對原子科學之謎能得到較有系統的瞭解。

原子能對人類福利事業上能作出的貢獻，實較之在破壞建設方面具有更大的潛力。但是不幸得很，很多年來，在多數人的心目中，只見到原子武器的發展而忽視了原子能應用到和平用途上所發生的影響；本書裏很多的敘述，都可以糾正人們這一錯誤的感覺——當我們瞭解了原子的本質以後，便將會知道：原子能並不是「破壞」的代名詞，將原子能應用到和平福利方面，實在是人類社會進步的一大動力。

近年來，原子知識的利用已正在人類的每一領域迅速增長，可以肯定，將來它在人類的生活中將佔有一個更重要的地位。從醫藥和人類健康以至運輸，從農業和食品生

產以至工業文明，均無一不可以依靠原子的力量來加以發展。因此，人們對原子科學方面的知識的追求，將日益地顯得重要和迫切。

原子科學現正在日新月異的發展中。如何掌握及善於利用這些跟人類生活和前途有密切關係的新知識，將決定我們在將來能達成的文明的程度。

此書讓我們對世界上這種巨大而新的動力有一種深刻的、系統性的認識，進而瞭解這種動力的真面目，這一點，對於每個人都是很重要的。

約翰·杜寧

(哥倫比亞大學工學院院長)

目 錄

第一章	基本電荷	(1)
第二章	最簡單的原子	(7)
第三章	原子的家族	(13)
第四章	放射性的發現	(29)
第五章	天然放射性	(34)
第六章	威爾遜霧室	(42)
第七章	蓋革計數器	(49)
第八章	人造放射性	(57)
第九章	質點加速器	(61)
第十章	慢中子和速中子	(70)
第十一章	同位素分離	(74)
第十二章	核分裂	(81)
第十三章	原子反應器	(87)
第十四章	鈾的生產	(97)
第十五章	滋生反應器	(102)
第十六章	原子武器	(106)
第十七章	放射性同位素	(115)

第一章 基本電荷

科學家們相信所有物質都是由正電荷和負電荷所組成的，這種信念的產生，是來自許多科學上的實驗證明；其中有些比較簡單的實驗，你是可以動手做得到的。

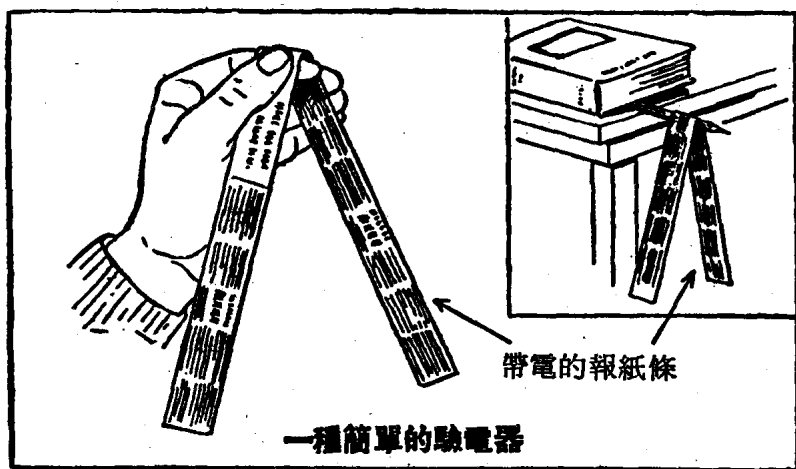
試從一張對摺的報紙剪下整條約兩吋寬的紙條，如第二頁圖中所示。用一隻手握住紙條摺疊處，將另一隻手的食指插入紙條的摺縫中間。用姆指和中指壓緊食指的兩片紙條很快的向下擦過。這時，該兩半片紙條便均帶上了靜電，很快的彼此分開。跟着，你可以將這帶電的紙條移到一枝從桌面上伸出來的鉛筆或尺上，用幾本書將鉛筆或尺壓穩，你將會看到紙條仍然會保持一個角度。在進行這一實驗時，如果發覺紙條不易帶電，則可以將它在暖爐上或一低溫爐灶上烘一下，以除去它的濕氣。

又試將一把梳過你的頭髮的梳子，或是在羊毛外衣上摩擦過的自來水筆放在另一張紙條或報紙中間；或者拿一根玻璃棒、玻璃杯、賽璐珞梳子或牙刷柄用真絲綢把它們摩擦（不過不能用尼龍等人造纖維），這時，只要你留心觀察，便會發現在某種情形下紙張會被物體所吸引，在某種情形下則會互相排斥，這完全要看你是用那些材料互相摩擦而定。這雖然是一個最簡單的事實，但是，現在有不少科學家卻正利用它來解決原子學中的一個複雜問題。

當物體摩擦的時候，有些帶負電，另外有些則帶正

電。在梗橡皮和封蠟上用皮或羊毛摩擦所發現的電荷是負的；當玻璃與絲綢摩擦時所發現的電荷是正的。它們的名稱也許叫做「紅」和「藍」，也許叫做「張三」和「李四」，但這都沒有多大關係，反正我們都知道它們是兩種不同的東西。

在第二條報紙上帶有一種電荷，它被梳子或其他帶有不同電荷的物體所吸引。凡是不同的電荷是相互吸引的。但是當它與帶有相同電荷的物體相遇時便被排斥或推拒。凡是相同的電荷都相互排斥。如果紙條被帶負電荷的梳子所吸引，那末這紙條一定是帶正電荷的。如果它被梳子所排斥，那末它一定帶有負電荷。

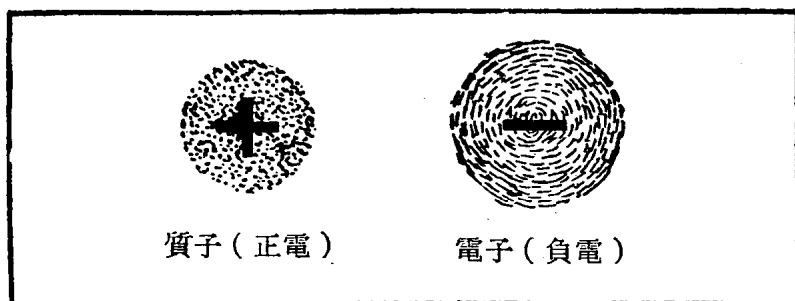


在梳子和玻璃上所積聚的負電荷，是由一種叫做電子（Electrons）的單獨電荷單位所組成的。正電荷是由一種叫做質子（Protons）的單位所組成的。

世界上的每一樣東西都是由電子（負電荷）和質子（

正電荷)的結合構成的。這些電子和質子通常叫做質點。物質多半有相等數目的正質點和負質點，因此它們是中性的；那就是說，它們雖然全是由電的質點所組成，但是它們表現出完全不帶電荷。

我們相信電子是極微小的，質量很輕，即使在固體物質中也經常在作相等的運動。質子較電子更小，重量約為電子的1840倍，在多數物質中它們不能自由運動，而是擁擠在許多叫做核 (Nuclei) 的小球體裏面。

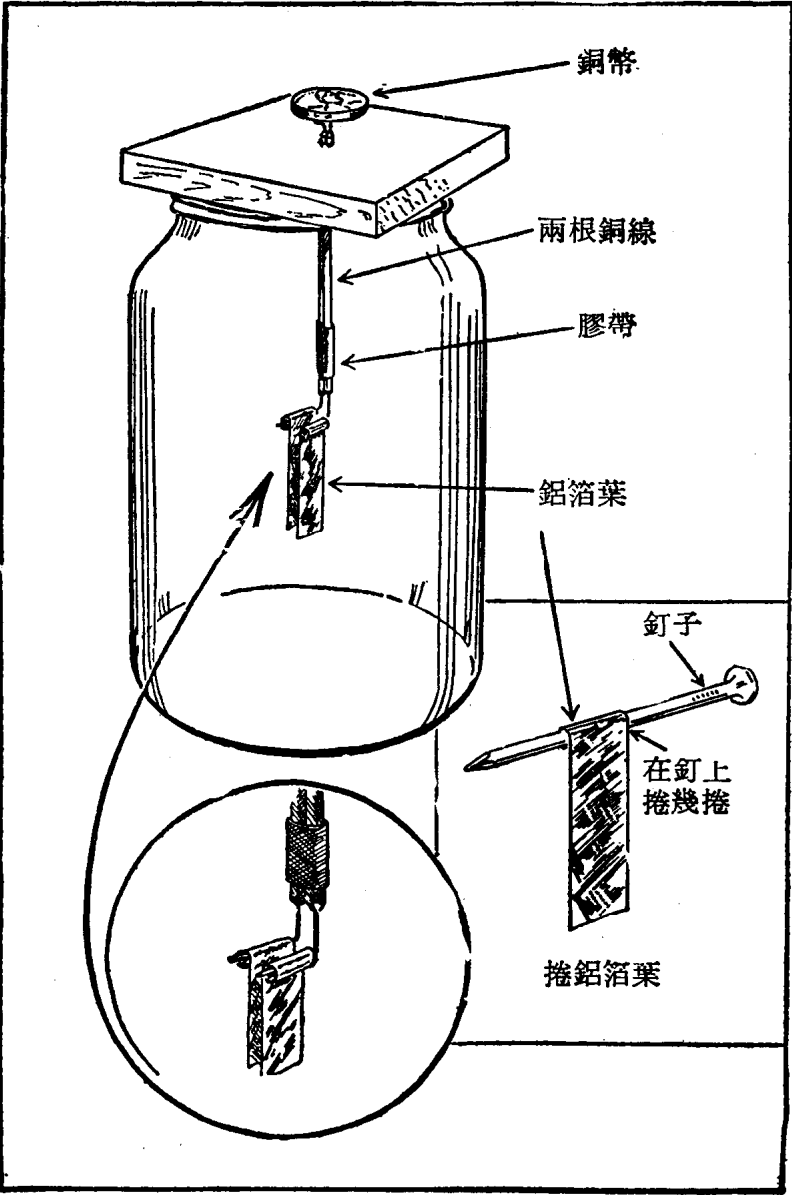


質子比電子小但重量卻大了1840倍。質子是如此的小，如果我們把原子放大成爲一座大教堂或是一個大車站，質子在裏面只像是一隻在飛行中的蒼蠅。

當我們用羊毛摩擦一柄硬橡膠梳子的時候，便會從羊毛上擦下了一些電子，把它們放在橡膠梳子上。因爲梳子上帶有的那些微小的負電荷超過了能對消它的質子，於是帶了負電。羊毛卻因爲被擦去一些電子留下一些不能中和的正質點，所以帶了正電。

當我們用絲綢擦玻璃時，電子從玻璃上擦下，一些正

電荷留在玻璃上而變成帶正電。在這種情形下，絲綢上有了額外的電子，因而帶負電。電子的轉移可能使物體帶有



這兩種電荷。如果一物體獲得電子，它就帶負電。如果一物體失去電子，它就帶正電。

爲了更充分的實驗這些靜電荷（要直接瞭解事實，這樣做是一個好的方法），便需要具有較報紙更耐用的一套設備，這種儀器叫做驗電器（Electroscope）。

做一個驗電器時，首先把一根七吋長末絕緣的十八號電鈴銅線的一端繞在一枚釘子上，彎成一個環；折環使與銅線成直角，並且將它鉚在一個發亮的銅幣上。將另一根一端不捲成環的銅線和第一根銅線放在一起，把這兩根銅線通過大木塞或木板上所鑽的孔。在木塞下一二吋處將兩根線用膠紙膠在一起，並且將尾端的二分之一吋彎成直角。調節銅線的長度像第4頁圖中所示的樣子將鋁箔葉裝好後，再剪兩條輕的鋁箔，每條長 $1\frac{1}{2}$ 吋和寬 $\frac{3}{8}$ 吋。並在一枚釘子上將每一條鋁箔的一端捲上三四捲，成爲一個很緊的捲筒。將捲筒從釘上移下，仔細的套在銅線尾端的彎頭上，使鋁箔懸着向下，並可自由擺動。把第二條鋁箔葉套在另一根銅線上，並且調節兩根銅線使兩片鋁箔葉不相接觸。將木塞或木板放入（或放在）廣口瓶，使鋁箔葉放在瓶內，這種做法可使鋁箔葉不受流動空氣的影響。這樣，你便有了一套靈敏的驗電器了。這跟四百餘年以前英國的威廉·吉柏（William Gilbert）所發明的沒有多大差別。

跟着，你便可以迅速的動作，用梳子在羊毛外衣的衣袖上或是一塊羊毛料上摩擦，來使你的驗電器帶電。當你把手接近銅幣時，鋁箔葉會張開。甚至把梳子接觸了銅

幣，鋁箔葉也仍然保留張開的位置。但是，當你用手指接觸銅幣時，鋁箔葉便會合攏，這是由於電子經過銅幣流出到你的體內。驗電器這時是在放電的。

除了上述的方法外，也可以試用其他的物質，如硬橡膠、塑膠自來水筆或玻璃棒在絲綢上摩擦，來進行這種實驗。按照下列原理，每次實驗時仔細的觀察、思考，看看發生那種現象：

1. 相同的電荷相排斥。
2. 不同的電荷相吸引。
3. 當物體帶電時只有電子運動，原子的其他部分不運動。

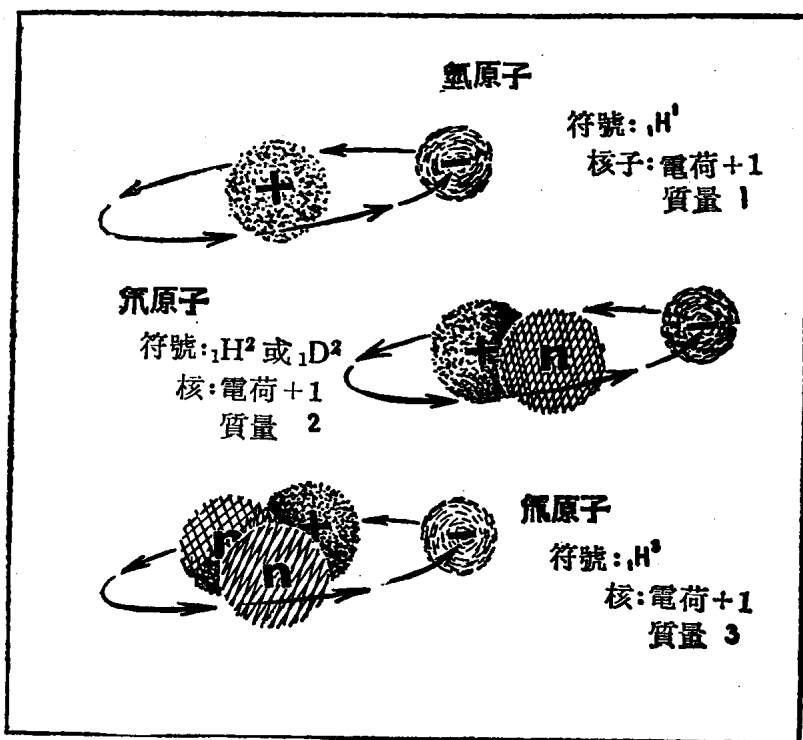
這些原理，都一再的在原子能的故事中應用着。

第二章 最簡單的原子

我們知道世界是由電荷的質點構成的；現在我們要思索的是這些質點怎樣結合起來形成了物質。最簡單的可能結合是一個單獨的質子和一個單獨的電子。這種結合確實存在着，像這樣一對質子和電子組成的物質叫做氫，單獨的一對叫做一個氫原子。原子（Atom）這個名詞來自希臘文，意義是「不可分割的」。這是一個好名詞，因為如果我們分割氫原子，它將不再是氫而只是電荷了。在元素表中，氫是第 1，不久你就會知氫居第一位的理由。

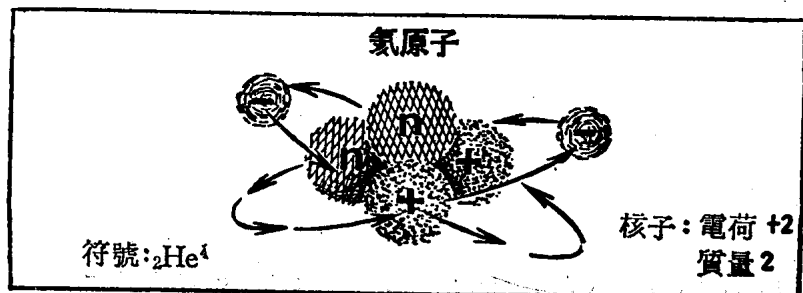
一個元素的所有原子並不都是相同的。例如，另有一種氫，不論在任何地方所取得的樣品中，它的重量是普通氫的兩倍，因此叫做重氫。這種物質在作用上與普通形式的氫大不相同，它的本名被稱為氘（Deuterium）；它只有一個電子，因為是中性的，所以它只該有一個質子，額外的重量是由一種叫做中子（Neutron）的質點所生。一個中子的作用似乎像有一個質子和一個電子藏在其中，這樣使中子成為電中性，並且因此而被稱為中子。雖然它不帶電荷，它的質量大約等於質子的重量。這種重氫的序數也是 1，但它的重量卻是 2，因為它的重量是普通氫的兩倍。

可能製出第三種含有兩個中子的氫。這種氫叫做氚（Tritium），因為它的核是由一個質子和兩個中子三部



組成的。它的原子序數是 1，重量是 3。

其次一個更複雜的原子，它的核中有兩個質子叫做氦 (Helium)。圖中指出這原子在核中含有兩個質子和兩個中子，外面有兩個電子。這原子的序數是 2 (核中有兩



個質子)，重量是 4（兩個質子加兩個中子）。在第三章所討論的是其他元素的原子，並指出它們全體怎樣適合於一個組合良好的型式。

所有氫原子的序數都是 1，它們的重量卻按所含的中子數而分別為 1、2 或 3。這三種形式的氫叫做同位素（Isotopes），意思是「在同一位置」，因為它們在元素表中出現在同一位置。同位素是有同一原子序數（相同的質子數）的原子，但有不同的原子量。原子量這一個數字得自質子數加中子數的和。元素的同位素有的是天然的，有的是人造的。較簡單的原子的同位素如下表：

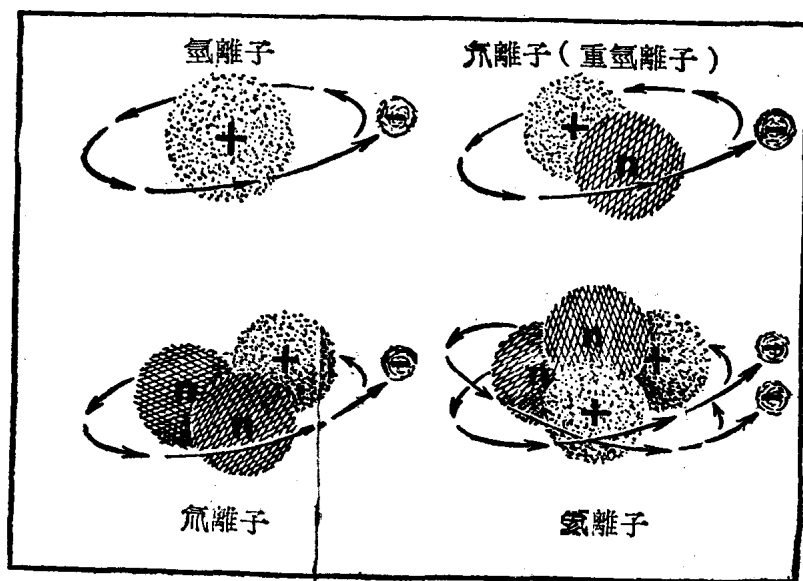
原子序數	名 稱	質子	電子	中子	原子量	符號
1	氫 (Hydrogen)	1	1	0	1	${}_1\text{H}^1$
1	氘 (Deuterium)	1	1	1	2	${}_1\text{H}^2$ 或 ${}_1\text{D}^2$
1	氚 (Tritium)	1	1	2	3	${}_1\text{H}^3$
2	氦 (Helium)	2	2	1	3	${}_2\text{He}^3$
2	氦 (Helium)	2	2	2	4	${}_2\text{He}^4$
3	鋰 (Lithium)	3	3	3	6	${}_3\text{Li}^6$
3	鋰 (Lithium)	3	3		7	${}_3\text{Li}^7$
4	鈹 (Beryllium)	4	4	5	9	${}_4\text{Be}^9$
5	硼 (Boron)	5	5	5	10	${}_5\text{B}^{10}$
5	硼 (Boron)	5	5	6	11	${}_5\text{B}^{11}$

一種元素的各同位素有着不同的行為。在原子學的整個發展過程中，科學家已廣泛的利用了這項事實。同位素

的特別作用，在原子學的基礎中是一塊重要的基石。

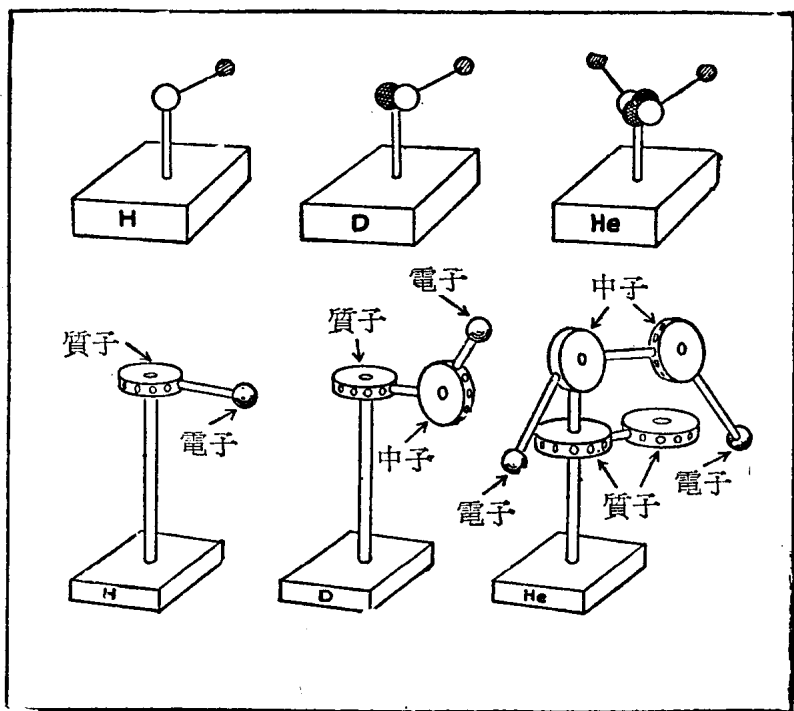
像我們在前一章所提到過的，當物質帶電時是電子有了轉移。在一個原子中電子以高速繞着軌道運動，電子的排列情形大致是這樣的：兩個電子在第一層軌道，八個在第二層，八個在第三層，十八個在第四層，三十二個在第五層，三十二個在第六層。一個帶電的原子，一定是一個獲得或失去了電子的原子。這種帶電的原子叫做離子(Ions)。因為一個氫原子祇含一個單獨的電子，故它能夠失去的也祇有這唯一的電子。如果失去了它，便只剩下一個質子。這個單獨的質子就是一個氫離子。

下圖所示的是一個重氫離子。當電子被迫離開這原子時，僅僅留下一個質子-中子對。這離子因為來自氘，所以叫做氘離子。又因為它有一個質子，所以電荷是正1，



質子加上中子，所以質量（或重量）是 2。當氦失去一個電子便形成氦離子。它的電荷是 1，重量是 3 ——質子加兩個中子。

氦原子失去兩個電子的時候便變成一個離子，留下一個有兩個質子和兩個中子的氦核。這氦核或氦離子在我們以後將討論到的實驗中是很重要的，它將是構成較重原子的複雜核的一種重要磚塊。



第12頁表中所表示的是幾個較簡單的離子。符號左下角的數字指示離子中質子的數目（也就是電荷），右上角的數字指示質量或重量（質子數加中子數）。