

百 科 小 叢 書

原 子 與 電 子

薩 力 凡
伍 甫 著
譯

原子與電子目錄

引言.....一

第一章 原子和分子.....

第一節 原子.....

第二節 元素和化合物.....

第三節 元子的比較重量.....

第四節 實驗的證據.....

第五節 分子運動.....

第六節 布朗運動.....

第二章 原子的成分.....

目錄

第一節	電子·····	二二
-----	---------	----

第二節	鐳·····	二九
-----	--------	----

第三節	X線·····	三四
-----	---------	----

第三章	原子的構造·····	二六
-----	------------	----

第一節	元素的次序·····	三六
-----	------------	----

第二節	看作行星系的原子·····	四一
-----	---------------	----

第三節	實驗證據·····	四六
-----	-----------	----

第四節	同位素·····	五〇
-----	----------	----

第五節	相對性和原子·····	五三
-----	-------------	----

第四章	量子說·····	五六
-----	----------	----

第一節	原子的穩固性·····	五六
-----	-------------	----

第二節	波耳的原子·····	六三
-----	------------	----

第三節 氫景線的微細構造.....六七

第五章 原子的集團.....七〇

第一節 外電子.....七〇

第二節 氫和氮.....七六

第三節 鋰到氖.....七七

第四節 鈉到氫.....七九

第五節 其餘的元素.....八一

第六章 原子的內域.....八四

第一節 X 線景.....八四

第二節 K 羣.....八七

第三節 近核的電子.....九〇

第四節 偶線.....九四

原子與電子

引言

度量法 一切物理學的量，都可以用三種基本量來測定。這三種基本量就是：長度，質量，時間。我們拿

三個字代表他們。如果一種量不能單用這些基本量代表，那就要從這些基本量誘導出別樣的量法。比方面積是長度和長度的乘積，用度量法來表示，爲 $L \times L = L^2$ 。速度等於長度被時間除得的商 L/T 。加速度是速度增加的率。一塊石頭下落的時候越走越快，自然有加速度。加速度等於速度被時間所除得的商，就是 L/T^2 。動量是質量和速度的乘積，所以等於 ML/T 。其餘的度量法，也都可以類推。

米突制

文明國裏的科學家全用米突制。長度的單位叫厘，質量的單位叫克，時間的

單位叫秒。這就是糰克秒制，簡稱 C. G. S. 制。1 糰約等 0.39 吋，1 克約等 0.035 兩。在 C. G. S. 制，速度的單位是一每秒糰。動量的單位是一克的質量以一每秒糰的速度運動。科學裏的『力』字，意思極準確。作用於質量的力，是用一單位時間裏這個質量所得的速度來量的。在 C. G. S. 制，力的單位是在一秒鐘裏能夠賦與 1 克質量的物體 1 每秒糰的速度的力。這個單位叫做達因 (dyne)，簡稱爲達。

米突制有個極大的便利，就是用十進的字頭 (prefixes)。比方 mega 加在 dyne 或 gramme 前頭，就是百萬達或百萬克的意思。又如 milli 是千分之一的意思，加在克的前頭，就是一克的千分之一。現在把這些字頭列出一表：

mega	百萬倍
myria	萬倍
kilo	千倍
hecto	百倍

deka

十倍

deci

十分一

centi

百分一

milli

千分一

micro

百萬分一

磁量單位：在極光秒制
度下兩個等值之磁極在
真空中相距一厘米時其所

互受之力如為一達因

諸如此類，可以應用無窮。

則兩極之磁量各為一單位

靜電單位和電磁單位

電量的單位分靜電單位和電磁單位兩種。物理學上兩種並

用，因為量電量的方法，本來有兩種，根本不相同的。講到正電和負電，同性相拒，異性相引。靜

電單位制就是根據這個性質成立的。照靜電學講，電量的單位如下：聚在一點的電，和在空

氣中相距一厘米的同量同性的電彼此相拒的力等於一達，那麼這個電量就叫做一單位

(用 C. G. S. 制)。至於磁荷 (magnetic charge) 或磁極 (magnetic pole) 的單位，也

按相似的法則規定。

在真空中距離為二種

而其所受之力為一

連因時則二者為一

含單位電荷此

單位曰靜電之量

單位實用之電量

單位為此值 3×10^9

估名庫倫

每秒間(即)一庫倫量單位

之電量之電流

長度曰一安培

靜電單位

因為馬克斯維爾(Maxwell)證明過,這個比就等於電磁波傳播的速度,而且正好就是光

的速度。光是一種電磁現象,這個理論經過好些驗證,已經確實成立。上面所說馬氏證明,就是其中主要的一點。

大數和小數 物理學家時常用很大和很小的數。他們另有一種便利的記數法。像一千萬的大數,不寫為 10,000,000,卻祇寫為 10^7 。那個指數表明 1 字後面要跟多少圈;所

電磁單位制是照電的動性定的。一條電線通了電流,就生磁場 (magnetic field)。磁

力線環繞線外,都成圓形。我們設想這根線自己環成一個圓,那麼在這圓心裏也有磁力。從

這個情形上着想,就可以定出電量的單位。我們分兩步進行。先把電流的單位定好。一單位

的電流,在半徑一厘的圓周上的一厘長的一段弧上經過,對於放在圓心的一單位磁極,發

生一達的力。要是有了這樣的電流,我們就拿 1 秒時間裏單位電流所輸送的電量,做為電

量單位。電磁的電量單位比靜電的電量單位大三百倍倍 (即三百萬萬倍)。這個電磁電

量單位和靜電電量單位的比,實在就等於光的速度。我們要曉得這並不是碰巧符合的事,

因為馬克斯維爾(Maxwell)證明過,這個比就等於電磁波傳播的速度,而且正好就是光

的速度。光是一種電磁現象,這個理論經過好些驗證,已經確實成立。上面所說馬氏證明,就

是其中主要的一點。

以三千萬就寫做 3×10^7 ，一百可以寫做 10^2 ，一千寫做 10^3 ，一萬 10^4 等等。很大的數，像 10^{24} 或 3.5×10^{24} ，在物理學裏常常用得着。若是完全寫出，豈不太繁冗嗎？

很小的數也可以用這個方法記出來，不過指數要帶負號。比方百萬分之一寫做 10^{-6} ，萬兆分之一寫做 10^{-12} ，十萬分七，寫做 7×10^{-5} ，十分一等於 10^{-1} ，百分一 10^{-2} ，千分一 10^{-3} ，萬分一 10^{-4} 等等。氫的原子重 1.65×10^{-24} 克，就是 $\frac{1.65}{1,000,000,000,000,000,000,000,000}$ 克；光的速度 3×10^{10} 每秒，就是 30,000,000,000，每秒。

第一章 原子和分子

第一節 原子

古時希臘人就有一種揣測，他們以為凡是物質都可以分成不可再分的小顆粒。這個理論在平常人的口裏說出，很容易令人疑惑，因為這個分到無可再分的質點或原子，不必

是實際上真不可分，也許單在人類思想上分不出罷了。有些哲學家爲了這個原故，十分煩惱。他們說：最小的質點如真存在，一定要有個形狀，一定要佔些空間，那麼就可以想像這個質點平分爲二，再分爲四。那豈不是要和不能再分的話相矛盾嗎？但是我們的思想，對於永遠可分，永遠分不到底這個想像，也感覺同等的困難。凡是善於詭辯的人，都會拿這種巧語來難人。我們到了這裏，就有些進退維谷。

要把這層困難打破，一定要先明白科學上所說的不可分，另外有個意思。科學上的不可分，專指實際的科學方法而言。像化學家說原子不可分，意思是說在種種已知的科學方法裏，他們沒有找到比原子再小的質點。所以他們把原子當做不可再分，並不是說原子真有什麼內具的不可分性。原子不過是參加任何已知的化學變化時物質的最小的顆粒罷了。1803年道爾頓 (John Dalton) 首先把原子的概念弄定規，弄成熟。他說：各種不可化分的物質，或元素，都是原子構成的。原子都是像上文所述意義，不可分的。每種元素的原子，完全相同，個個原子都是那麼重。不同的元素的原子，各不相同，而且各有各的重量。除了不

能分成別種物質的元素以外，其餘都是化合物。在化合物裏面各種元素的原子，有一定的結合法。道爾頓曾經把化合的定律考察出來。

道爾頓的原子說實在是科學上一個極大成績。自從當時直到如今，全部化學都建設在這個理論上。從原子說所收的結果，就使略微說些，也非本書所能容。我們最當注意的，乃是原子說所引出的，一個極重要的元素分類法。經了許多人，費了許多年的功夫，用了許多精微的測量方法，居然把各種元素的原子量考定了。平常所說的原子量自然是比較的重。假使我們把氧的原子量當做16，那麼，氮就成為4，銅成為63.57，氫比1略微大些，即1.008。最重的元素要算鈾，他的原子量成為238.2。

我們試把所有已知元素，按照原子量的輕重，一齊排好。我們就可發見一件極有趣的事實。原來這些元素並不是亂七八糟全無系統的，他們是有類可歸的，每一類裏的元素，都有相似的地方，隔開一定的距離，遇而復始，就有一種元素和以前的某元素相像。這樣的關係，雖然沒有數學那麼準確，可是不會錯誤的。從這上看來，化學的性質和原子量之間一定

有些連屬。如果我們把原子當做一個極簡單不可再化分的構造物，和別種原子完全沒有關係，那麼，這種連屬就很難解釋了。如果我們把原子當做一個具體的構造物，那麼，元素相像的原故，一定是因為原子構造有相像的地方了。較重的原子，不過是建立在同樣底子上的較複雜的構造物。往下我們就可以曉得這個見解很含有許多真理。

1815年普牢特 (Proust) 已經發表元素同源的觀念。他以為氫是凡物的基始，其餘元素都是氫的合組物。他拿各種元素的原子量來比較，就發見所有的原子量都是氫原子量的整倍數。要是把氫原子量當做1，其餘的原子量都是整數。這樣說來，每種原子都可當做一定數目的氫原子所造成的。當普牢特的時候，測定原子量的方法還不十分精密，所以不能保證這個結論一定對。後來方法越精密，成績越準確，就發見好多原子量並不是氫原子量的整倍數。於是普牢特的假說就無人過問。可是到了最近的時期，由測驗的結果，又使我們知道普牢特的假說實在是和真相很接近。

第二節 元素和化合物

原子構成物質的理論，是一種科學上的理論，因為要解釋屬於化學的若干種現象而發明出來的。化學家的宇宙，驟然一看，好像茫無頭緒。他們要盡其所能去找出世界上所有的各種物質的性質。講到物質，何止幾千萬種：金、鉛、鐵、食鹽、空氣、水、膠、革……不過其中的幾樣，如果都要寫下，幾個月也不夠。化學家對於這許多物質，都是一樣的關切。假使他找不出一些彼此連屬的地方，那他一定灰心不做了。因為這種零碎的結果，彼此毫無關係，祇能算是一個絕大的物品目錄。無論在實際上有沒有用處，反正是一點科學的趣味都沒有。人類還未曾曉得化學以前，就覺得世上物質不能完全沒有連屬。從前的方士也各種物質混合在一起，再用火燒，就發見幾種變化。這些變化有時的確可信，其餘不是弄錯，就是故意誇大給門徒看，都沒有什麼價值。許多方士自命會把某種賤金屬（base metal）加入別的物質，燒煉成金。現在我們曉得這是不可能的。但是他們卻得到一個要緊的觀念，他們學會分別單純物質和化合物。這個觀念發生得很奇怪。他們所注意的不在單純物質而在基素（primary principles）像陰陽兩性等。他們以為這些基素是和物質聯為一體，多少不等。

的。他們對於單純物質和化合物的觀念，和現在的學說雖然大不相同；可是化學的基礎，的確要靠他們的觀念纔能成立。

無數已知物質當中，有幾種算是元素。元素是一種物質，不能再分成別樣的物質。他們的種類非常少。平常所碰見千千万萬的物質，差不多都可以分解為別樣物質。我們如果把這些物質分解到底，就曉得他們都是幾種有限元素所構成的。元素約有九十種。上面所說的幾種物質，像金，鉛，鐵是元素；食鹽是鈉氯兩種元素的化合物；空氣是好幾種元素的混合物，氮，氧佔最大部分；水是氫氧兩元素的化合物；膠和革是更複雜的化合物。

一切物質，或係元素，或能分解為兩種以上的元素。當元素化合為一物質時，永遠按照一定的比例。像氫氧化合成水，氫氧的比，總不改變。我們可以拿常見的硃砂 (sal ammoniac) 來表示這個極重要的定律。硃砂是一種純粹固體，受了熱，就變成兩種氣體的混合物。這兩種氣體可以分開，就是硃精氣和鹽酸氣。硃精氣又可以分解為氮氫兩種氣體，鹽酸氣也可以分解為氯和氫。如今硃砂已分成三種物質，氮，氫，氯。這三種都是元素，不能再分解。我

們可以驗看這三種元素按照什麼比例構成硃砂。假如實驗開始用100克的硃砂，實驗終結可得26.16克的氮，7.50克的氫，和66.34克的氧。這三數相加，恰好等於100。不論用什麼方法來分解硃砂，所得的結果總是一樣，總是這三種元素，比例也永不變。反過來說，拿氮、氫、氧三元素，按照上面的比例，自然也可以造成硃砂。要是不恰照這個比例，就不能完全造出硃砂。這一塊硃砂從來不會比別一塊稍微多一點氮，或氮，或者稍微多一點氫。凡是化合物都有這個特點。我們可以把這條定律寫出來：同一的化合物以相同的元素按照相同的比例而構成。

在上面所舉的例，硃砂初步的解離，可得兩種物質，都含有氮。硃精氣是氮、氫構成的，鹽酸氣是氮、氫構成的。我們要問：一克氮所能化合的氮，和一克氮所能化合的氧，這當中有沒有簡單的關係？未曾答覆以前，我們先要舉出另外一個問題，和上面有些相關。兩種元素能不能按不同的比例，構成不同的化合物？如果能夠，那麼這些比例彼此有什麼關係呢？答語就是：兩種元素能照不同的比例構成不同的化合物，而且這些不同的比例，互為簡單的倍

數。像3克碳能和8克氧化合爲二氧化碳，可是3克碳和4克氧也能化合爲一氧化碳。這兩種化合物，各不相同。第一種比第二種多一倍的氧。這個例可以代表許多化合物的化合方法。凡兩種元素可以構成一種以上的化合物，在這兩種化合物中元素重量相比，總是一個簡單的數目，我們隨後就要曉得，這個實情含有深意，極能啓發我們的思路。

現在我們能夠答覆頭一個問題，而且能夠把他弄得更普遍一些。試拿氫、氧、碳來論。2克氫，16克氧化合成水。16克氧，12克碳合成一氧化碳。在這兩種化合物裏，16克氧是個共有分子。我們可以說這16克氧的食慾，得着2克氫，或12克碳就滿足了。更有趣的就是氫碳簡直可以按照這樣的成分相化合。2克氫和12克碳合成一種物質，叫做成油氣（olefant gas）。

這些事實，用原子說來解釋，再好也沒有。我們且看原子說如何用法。道爾頓的原子說，是說每種元素都是由相等的小顆粒構成的。這些小顆粒不能再分，因爲參加化學反應的物質顆粒，從來沒有比他們再小的。這些小顆粒就叫做原子。化合物的最小顆粒叫做分子。

分子是化合物所含元素的原子構成的，而且是化合物的能夠存在不失其爲該物質的最小部分。如果把一個分子剖開，應該重復得到組成的元素。剖開以後，那個分子也就不能存在了。比方一分子的一氧化碳，含有碳氧各一原子。我們給他的分子式就是 CO 。至於二氧化碳含有碳一原子，氧二原子，所以他的分子式是 CO_2 。一分子二氧化碳所含之氧恰爲一氧化碳所含的二倍。這兩種化合物裏的氧，相差的倍數，不能等於 $\frac{1}{2}$ 與 $\frac{1}{4}$ ，因爲一個分子裏的氧，要加至少加一個原子，要減也至少減一個原子。這就是倍數比例的道理。

原子說把化合定律解說得如此簡明，那麼這個理論一定是可信的了。但是平常的化學方法，不能夠確實測定各種元素的比較原子重量。這個問題非常重要。一直到亞佛加德羅 (Avogadro) 的假說提出以後，纔把這個困難除去。亞佛加德羅的假說就是：在同溫度同壓力下，等體積的氣體所容的分子數都相等。我們還可以趁此說一句，有好些元素常以分子狀態而存在，即他們的原子，兩個三個相結合而成爲分子。

第三節 原子的比較重量