

Aus Wissen und Wissenschaft

—20—

ELEKTRON UND QUANTUM

學藝彙刊 (20)

電子與量子

中華學藝社編輯



中華學藝社出版

商務印書館發行

ELEKTRON UND QUANTUM
Electron and quantum

電 江苏工业学院图书馆
中華學藝社編輯 藏書章



中華學藝社出版

商務印書館發行

民國二十一年一月二十九日
 敝公司突遭國難總務處印刷
 所編譯所書棧房均被炸燬附
 設之涵芬樓東方圖書館尙公
 小學亦遭殃及盡付焚如三十
 五載之經營墮於一旦迭蒙
 各界慰問督望速圖恢復詞意
 懇摯銜感何窮敝館雖處境艱
 困不敢不勉爲其難因將需用
 較切各書先行覆印其他各書
 亦將次第出版惟是圖版裝製
 不能盡如原式事勢所限想荷
 鑒原謹布下忱統祈 垂鑒

上海商務印書館謹啓

版 權 所 有 翻 印 必 究

中華民國十九年十月初版
 民國廿二年 國難後第一版
 三月印行

(八〇三)

學藝彙刊 電子與量子一冊

每冊定價大洋伍角

外埠酌加運費匯費

編輯者 中華學藝社

發行者兼 商務印書館
 上海河南南路

發行所 商務印書館
 上海及各埠

放射性及蛻變說之起源

周昌壽譯

本篇爲 An Introduction to the Chemistry
of Radio-active Substances, by A. S. Russell,
1922, John Murray, London 的一章

放射性這個問題，恰恰界在物理學和化學的中間。對於他的發展，物理學固然是比較上重要些，但是化學也還是絕對離不開的。著者的本意，本來是要想將這個問題的化學方面，得一個相當的了解，因為上述的緣故，對於許多最有關聯的物理學的現象，也不能不敘述一下。物理學方面的關係，和化學方面關係，有時互相倚傍，纏繞起來，要想專將物理學的現象，總括成一篇來作敘述化學方面的準備，也是辦不到的。縱令作者對於這個題旨的歷史的發展，故作已知，只限於現在的事實範圍內，來做一篇短短的物

理方面的敘述,也免不了要將一些純粹關於化學方面事實,參雜進去。

所以這樣看來,要敘述這個題旨,還是要稍微帶有點歷史的色彩,覺得便當多了。現在爲便利計,先將關於化學方面的歷史上的要點,括爲數條,列舉於下。然後再各各加以相當的敘述。

本題的歷史的發展一覽

(a) 柏克勒爾(Becquerel)發見鈾之放射性(1896),居禮夫人(Mme. Curie)及斯密特(Schmidt)發見釷之放射性(1898)。

(b) 發見放射性爲原子的現象,可以由下列的方法檢得

- (1) 攝影作用;
- (2) 使氣體電離之能力,
- (3) 對於特製障壁之螢光作用。

游離四種新元素,鐳及鐳(居禮夫婦 1898),錒及放射鉛。

(c) 實驗釷及鈾之放射性,引起放射性元素之蛻變說(刺得福德及蘇底 Rutherford and Soddy, 1902-3)又發見若干種放射性元素,漸漸的將三種蛻變系說明出來(1904以後)。

(d)發生原子構造的理論(刺得福德 1911,及其他之作者)。

(e)由實驗得出原子號數;知道元素的基礎性質,是原子號數,不是原子量;元素的化學性質,都是原子號數的函數(摩茲力 Moseley, 1912-13)。

(f)由實驗及理論證明放射性元素有同位元素(isotopes)存在。得到放射性元素和週期系的關係(馬克華 Marckwald, 1909; 法加 Fajans, 羅素 Russell, 傅勒克 Fleck, 蘇底等 1913)。

放射性之發見 1895的末尾,羅琴(Röntgen)發見X線,要算是,近世物理學的新紀元的起點。引起了社會上和科學上很大的興趣,這種興趣,和這個題旨,在輓近二十五年間,同時的發展起來,X線有種能力,可以透過薄層的物體,無論這些物件對於平常的光線,是透明與不透明,都是一樣,經過物質時被吸收的程度,約略和物質的密度成正比例。能殼使氣體起電離作用,所以也能殼使驗電器的金箔上的荷電,放電;包藏好了的攝影用乾板,也受他的作用;塗有適當材料的障壁遇着,也會發生螢光的現象。

追溯上去,柏克勒爾於 1896年在巴黎要想將這

個現象和磷光聯絡起來,拿了許多螢光性物質和磷光性物質,去試驗他們對於攝影用乾板的作用.無論怎樣試驗結果總是否定的.後來一直試驗到鈾的鹽類,纔成了功.並且發見鈾的鹽類,無論有沒有磷光的性質,無論在暗處或日光底下,都能使攝影乾板生起作用出來.因此立刻就覺察到這是鈾的一種新性質,和磷光並沒有關係;這個性質,就定名叫做放射性.

鈾和他的化合物的放射性,和X線一樣,能使氣體起電離作用,能使攝影乾板生變化,能使發生螢光現象.但是和X線也有不同的地方,就是放射性的作用,起得很自然的,一毫也不受環境的影響.當時就有若干的人出來將各種的礦物一一的作有系統的檢查,看還有別的物質,有這種新性質沒有.檢查的方法,大抵是將礦物或其他的物質,放在包好的乾板上,幾點鐘或幾天之後,再將乾板沖洗出來看,究竟起了變化沒有.檢查的結果,除開 1898 年居禮夫人和斯密特各不相謀發見出來和鈾一樣有放射性質的鈾的化合物而外,都沒有變化.

放射性爲原子的現象

其次應當證明的事情,最爲重要,即放射性乃原子

的現象。由鈾及釷之化合物，用氣體的離子化作用，檢查出此二元素之放射性，與此兩元素存在之量為正比例，與造成此化合物之其他元素，毫無關係。此種性質之屬於原子的之一事實，不特理論上引起許多興趣，並且將化學上的許多事件，都弄得異常簡單，因此又游離出許多的新的放射性物體出來，因為放射性物體，無論甚麼時候，無論在什麼化合物裏面，無論在何種化學程序的任何階級，都是有放射性質的。

鐳及鐳

居禮夫人將含有鈾和釷的礦物，和鈾和釷的化合物，兩種取來，比較他們的放射性質，發見了一種最緊要而又為預料所不到的事實，即是有若干種含有鈾的礦物，他們的放射性，比較全無一點夾雜物的鈾化合物的放射性，尤其利害許多。她自己特自人工造了若干種的礦物，拿來試驗，他們的放射性質，和由他們的成分計算出來的結果完全一樣，當然比天然的礦物弱多了。她得的結果，大約如下表。

含鈾礦物及鈾化合物之比較放射性

化合物	任意單位之放射性
[瀝青鈾礦 Pitchblende	3.1

天然礦物	鈾銅礦	Chalcolite	2.3
	灰宇雲母	Autunite	1.2
	鈾釷礦	Carnotite	2.7
	鈾	Uranium	1.0
人造礦物	硫化鈾及硫化鉀		0.3
	人造的鈾銅礦		0.4

含鈾礦物試驗的結果,也是一樣。

因爲證明過化合物的放射性,合他的組成沒有關係,放射性的強弱,完全依所含有的鈾的分量而定,所以礦物的放射性,當然要比鈾的放射性要小些,這個預期的結果,只能在人造的礦物有效,對於那天然的礦物,完全不能適用,因爲要解釋這個事實,居禮夫人纔提出了一個具體的說明,即是在這些礦物裏面,含有極少量的別的元素,其放射性較之鈾的放射性還要強些,這些別的元素,用尋常的方法,不能分析出來,換句話說,是新放射性元素,這個理論,已經有了實驗的證明,從瀝青鈾礦(一種礦物,含有氧化鈾,鉛,鐵,及稍許之鈣,鋇,銻,釷,稀有之土金屬)起,居禮夫婦用普通的方法,施以定量分析出來,更用物理的方法,將各種沈澱的放射性,詳細檢查出來,和銻存在一處的,還有

一種極強的放射性元素，名叫鐳，由此分析出來。這種物質，外觀上好像是具有化學的放射性的銻一樣，但是銻並沒有放射性，所以和銻不同，是很容易明白的；不唯這樣，並且還可以由銻分析出來，當然是另外的一種新物質。

居禮夫婦又發見夾在這種礦物裏面的銻的沈澱含有一種很強的放射性物質，起初由這沒有放射性的銻只不過分析出一部分來，後來用逐次分晶法，竟將全體完全分析出來。這當然又是一種新放射性物質，稱為鐳。

鐳和鐳，就是和那些沒有放射性的物質混合在一起，也比鈾的放射性，要強若干萬倍。

鐳及放射鉛

杜比勒於1900年，用居禮夫婦的方法，由鐵族分析了第三類的放射性物質出來，稱之為鐳，和含有鉛的礦物在一起的，又有一種第四類的放射性物質，由和夫曼 (Hofmann) 司特老司 (Strauss) 在1901，用同樣的方法，發見出來的，取名為放射鉛。到了這個時代，一共有六種的放射性物質，即是鈾和釷，和銻在一處的鐳，和銻在一起的鐳，和鐵在一起的鐳，和鉛在一起的放

射鉛。

鐳的發見引起了科學界很大的興趣，關於他的性質，造出了許多誇大的談說。由鋇提出來的分量加大起來，對於使氣體起離化作用，使乾板起變化，使障壁發生螢光現象，等項的試驗，皆呈極強烈之放射性。由放射出來的能而起的兩種最明瞭的性質，一為能在暗處放光，一為保存他自己的溫度，總比在他周圍的物體的溫度要高許多。這種奇怪的性質，不斷的放出光能和熱能出來，而又沒有些微的減小，可以繼續好多年下去，都是這樣，所以引起了很大的興趣。因為這種性質，明明白白的和能常住(conservation of energy)定則相衝突，成了一種恆動機(perpetual-motion machine)了。每一克的鐳，每點鐘可以放出103克卡路里的能出來。

誘導放射性

同時又有一種觀測，很不容易說明。即是一切的物體，在鈷、鐳，以及鐳的化合物近傍，都變成放射性物質，只有鈾沒有這種現象。這種現象定名為誘導放射性(excited activity)或稱感應放射性(induced activity)。由這個名字，即足以察見當時研究的人，對於這個現

象的起源,是抱着一種什麼意見了,由誘導而起的放射性物體不能如像原本具有放射性的一樣,可以長久繼續着不變;他們的放射性質,和放射的分量,都是容易變動的,這個說明固然是簡明的了,不過說是放射性可以由放射性物質誘導而出的這種觀念,要不去除,在這一科的發展上,就會生出許多的困難出來。

刺得福德及蘇底的蛻變說

然而又沒有別的說明,可以將這種現象解釋出來,旁的假說,固然也有好幾種,不過既不能設得簡單的解釋,又不能引起更進步的實驗。

本題的最大進步和這解決這些困難的說明,是1902-3年由刺得福德和蘇底兩人由製造釷而成功的。製造釷,錒,和鐳的時候,不絕的放出射氣(emanation)出來,使周圍的物體,皆呈放射的性質。他們兩人以為這種放射氣,並不是由釷自身發出來的,是由一點很微量的夾雜物發出來的,並且這微量的夾雜物,可以用很簡單的化學方法,由釷分析出來。因為這種夾雜物的性質很不可思議,所以就叫他做釷X。即是釷X發出放射氣,使周圍的物體變成放射性物質,釷自身並沒有這樣的作用,但是釷X不是恆久不變的物質;時

間久了,他的放射性也就隨着漸漸的衰減下去,一方面將鈷X取淨後的純粹鈷,自然而然的又會發生出新的鈷X來,他們的結論是一定量的鈷裏面,含有的鈷X雖然異常微小,卻也是一定的.這微小的分量,既不能增加,也不能減少.鈷X自然而然的變成旁的物質之後,就可以由鈷裏面,分析出來,但是無論在什麼時期,有了好多變過的,也就有那麼多的新的生出來,結局分量依然還是一樣.若果不將鈷X由鈷分析出來,那麼,由鈷變成鈷X,和由鈷X變成旁的物質,這兩種作用,同時進行,所以鈷X的分量,始終沒有變動。

因為要說明上述的現象,刺得福德和蘇底綫提出了一種具體的說明出來,喚做蛻變說 (disintegration theory),不特將實驗的結果,定量的解釋清楚,並且還引起許多的實驗事項出來。

據蛻變說說起來,物質的原子自然而然的會起異常激烈的破裂,物質的粒子,因此得着極大的速度突破出來,成為放射性.放射性物體裏面,只有一極小部分,在極短期間裏,作這樣的破裂.發射出來的粒子,共分兩種,其中的一種,質量約等於氫原子的四倍有

兩個正荷電，速度約等於光速度的十分之一，所以具有的能極大；其他的一種，具有較小的能，和一個負荷電，速度卻和光速度一樣，質量之小，幾乎可以略去不論，亦無大礙。這些粒子是由原子破裂而成的；所以破裂後的原子，當然和破裂前不同，放射性的變化，是由一種原子變成他一種原子。同時放出若干的能；變化前後的物體，是完全不同的兩種元素，具有完全不同的特性，可以用化學分析法，互相分析出來。若變化後的物體自身，也是放射性物質，同時必有一部分，變成第三種的物質，第三種又是放射性；那麼，自然又分出第四種，一直分到後來，分出來的物體沒有放射性為止。所以一個放射性的物體，必定含有若干種的放射性體在內，好像祖孫父子同居一室的一般。放射性元素的化學，大部分是在研究將這些家族中的物質，怎樣纔能殼一一的分析出來。

無論那種元素的蛻變進行的速度，總是一個常數，不過元素的種類不同，這個常數，也就大有差別。鐳的放射性，比鈾的放射性強烈，就是這個緣故。

能常住定則也並不與此衝突。鐳的長年繼續放射出來的能，據蛻變說推論起來，都是原子內部的能。

原子內部的能極大(這是放射性理論的最大發見),但是並沒一毫不合情理的.蛻變時放出來的能,只不過是蛻變前後的兩種原子的內部能的差罷了.並且一物體的發射的能,雖然是連續不斷的,但是放出來的分量,卻漸次下去,只不過有時因為減少得異常遲緩,所以好像沒有變動似的.1903年雷姆生和蘇底發見氦是由鐳射氣蛻變成功的以來,蛻變說更得了有力的支柱,又證明誘導放射性是一種非氣體的物質,自身就有放射性,是由氣體的放射氣蛻變成功的.

電 子

鄭 貞 文

原子者，物質不可分解之終極也。萬物皆由原子組合而成。故原子爲萬物之原。此所謂原子說也。稱雄於理學界上，既有年矣。自輓近電學進步，發見電子。而原子說之根本以動。物質觀遂嶄然一新。原子量確定之元素，凡八十有七。以氫之質量爲最小。而電子之質量，不過氫之千七百分之一。故可稱之曰原子之原子 (the atom of atom)。如此輕小之電子，實際存在。果用何法可以認證之乎。推原其本，則最曼効應 (Zeeman's effect) 之發見 (註1) 實其濫觴。

最曼効應者，Lorentz 之理想，Zeeman 由實驗而認

註1. 最曼効應 不通過於磁場之景，視之祇有一線。若通過強磁場，則受其影響。由直角之方向視之，除原位置一線外，尙見左右二線。而此三線，皆爲平面極化光。此種現象，稱曰橫効應 (transversal effect)。由平行之方向視之，則此向之單振動，不可得見。祇見左右二線。此種現象，稱曰縱効應 (longitudinal effect)。

證者也。Lorentz 以爲光之現象，由原子內荷電微粒子 (charged particle) 之單振動而起。果爾，若置灼熱狀態之鈉 (Na) 或鎘 (Cd) 等光源於強磁場之內，則必受其影響。Zeeman 研究之結果，發見鎘之景，受強磁場之作用，分爲雙線或三線。故知光之基源，確由荷電微粒子之振動。(1897) 荷電微粒子者，電子之乳名也。

是時 (1898) J. J. Thomson 亦實證真空管內，荷電微粒子之存在，並測其電荷與質量。於是奇妙不可思議之陰極線，遂見其真相，不過爲帶陰電之微粒子而已。其電荷爲靜電單位之 4.68×10^{-10} C. G. S.。(註2) 其質量爲 6×10^{-28} 克，約合氫原子之千七百分之一。

翌年 Curie 夫人發見鐳質放射之際，電子迸出。始知元素亦漸崩壞。原子莫破之說，失其權威。電子遂繼起而爲物質之終極。

然則電子之形體，果何如乎。Abraham 謂電子者，球形之剛體也。不因運動而受何等之變形。唯運動之際，等勢面從運動之方向，伸爲橢圓形而已。此說不能說明能之關係，及實驗之結果。Lorentz 謂運動之時，電子之半徑，準等勢面伸張之比例而凝縮。故電子成橢圓

註2. 電子之電荷 當時所測電荷，爲 $e = 3.1 \times 10^{-10}$ 靜電單位 C. G. S.。茲所用者最近之測定值。