

電 的 本 質

范 鳳 源 著

上 海

科 學 書 報 社 印 行

1 9 5 3

電 的 本 質

范 鳳 源 著

上 海

科 學 書 報 社 印 行

1 9 5 3

427.9

300



電 的 本 質

編著者 范 鳳 源

出版者 科 學 書 報 社

上海(9)鳳陽路607弄60號

電話六二四八三

印刷者 中 國 科 學 公 司

上海延安中路537號

0—2000本

¥ 2500元

目 次

1. 流體學說.....	2
正電(陽電)與負電(陰電).....	2
電的回路.....	2
電流從電池的正極(陽極)流向負極(陰極).....	3
電子從真空管的陰極(負極)飛向陽極(正極).....	3
2. 介質學說.....	3
電力線在通感體(絕緣體,不導電體)(如空氣等)上通過...	3
電流在導體(如銅線)中流過.....	3
磁力線在導體四周環繞着.....	4
電荷的運動產生電場的變更.....	4
電流的變化產生相伴着的磁場變化.....	4
電力線流的變更產生縱波型的電波.....	4
磁場磁力線的變更產生橫波型的磁波.....	4
電磁波,包括電波與磁波.....	4
電磁波與電磁波相干涉,產生波峯(波腹)與波谷(波節)...	4
電磁波,即是無線電波,能反射,能曲折,能偏極而分向(即 分解而成二個方向).....	4

3. 電子學說	5
從X射線的發明,人類始發見電子,而且知道電子是負性的	5
從X射線穿過金屬片的小洞孔所攝得的照片,始發見電子的波動性	7
從電子的振動,始知有[動量的變化]而[能]的研究,開始被人類所注意	6
假定能的單位爲量子,量子的大小,並不一樣,隨輻射頻率而變化。頻率愈高,量子愈大,即[放射能]愈大。頻率愈低,量子愈小,即[放射能]愈小	6
質量與[放射能]是可以互換而變的	6
光(光子)與電子衝突,光的[能](量子)就損失	6
電子的波動,與光波不同,與聲波不同,運動的質點,係不連續性的,所以用片斷的攝影方法,攝出有時如微粒狀,有時如波動狀	8
鐳有三種射線	6
從鈾的 α 射線(阿爾法射線),貫穿過鈹核,則放出中子	8
中子,尤其遲緩的中子,能穿入電子核,而使此物質變成另一物質	8
從天空宇宙線的攝影照片中發見正子	8
從鈾的 α 射線,貫穿鋁核或硼核,則放出正子	9
從宇宙線中,發見質子,介子,變子	9

從太陽熱力中，發見[緊束能]，係從四個氫原子變成一個 氫原子所餘剩物質放射出來的·····	10
從介子中發見重介子，輕介子，中性重介子，光子，電子 對·····	11
光子的能力，在變成電子運動能力後，又產生微弱的光 子·····	12
氫元素有許多同位素，如氕，氘，氚等·····	13
電子的荷電量，質量，直徑，生命期·····	13
質子的荷電量，質量，生命期·····	14
α 質點(阿爾法質點)的性質·····	14
氦核的性質·····	14
中子的荷電量，質量·····	14
正子的荷電量，質量，生命期·····	14
微中子的荷電量，質量，直徑，生命期·····	15
輕介子的荷電量，質量，生命期·····	15
重介子的荷電量，質量，生命期·····	15
光子的頻率·····	16
結論·····	16
本書人名譯法·····	17
本書專門名詞譯法·····	19
本書參考文獻·····	21

電的本質

電是什麼東西呢？由於人類對電的本質尚未瞭解，所以這個問題還沒有確切的答案。但是近年來在物理學的領域內，增加了不少關於物質，輻射，原子構造與原子核的新理論，我們對這個問題的解決，又走近了一步。

本書所述，係從歷史上過去許多科學家對物質，輻射，原子，原子核，及電子等與電有關的研究，一直說到蘇聯阿利哈諾夫與阿利哈良發見變子爲止。

這方面的研究到現在爲止，共有三種學說如下：——

1. 流體學說
2. 介質學說
3. 電子學說

流體學說自從「電子學說」問世後，已不可能存在。但是這種學說，有它的歷史性，尤其在電流方向的規定習慣上，所以我們並不把它刪去。

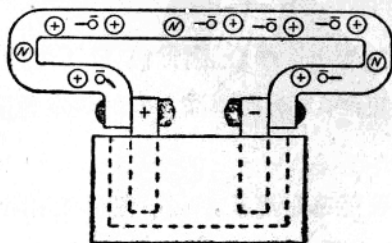
各種學說，雖然都是理論，但是理論必須同實際結合，才能存在。流體學說之所以不能存在，就是因爲不能同實際結合。其他學說之所以至今存在，因爲它們可以解釋若干電的現象，而且

有實驗的根據。

從另一方面講來，在實用上也要根據適當的學說，解釋電的現象，纔能使我們對於電的應用，在原理上可能得到初步瞭解的印象。現在我把三種學說，依次敘述如下。

1. 流 體 學 說

大家都知，道從摩擦生電的實驗，可知電有兩種：一爲正電，一爲負電。1733年賓菲首創電有兩種的學說，1747年弗蘭克林，因摩擦所生的電，正電荷與負電荷，發自一體，且同具一定的電荷量，二者相接觸，即中和而消滅，所以發電，並非創造電氣，不過打破中和狀態，使某部有過剩陽電氣，某部有過剩陰電氣而已。於是弗氏創一流體學說。而且因爲電流，雖自電源通入，仍需有電氣回路，回至電源，方能完成。所以電的本質，必如江河大水，滾滾而流，流盡江河，放水入海，由海蒸發而爲雲，雲凝爲雨，雨入山川而爲河水，如此循環，方成河流。



N 中和原子 $\ominus$ 電子

$\oplus$ 缺一電子的原子

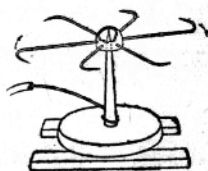
不過照一流體學說而論，究竟電是從正的方面，流向負的方面呢？還從負的方面流向正的方面？弗蘭克林却根據習慣的看法，武斷地說：電是從正的方面流向負的方面。但是自從真空管發明後，經過實驗，證明電流，即是電子流，牠是自從負的方面流向正的方面的。

2. 介 質 學 說

1821年聖誕節，法拉第表現過一個磁針環繞着通有電流的導體而旋轉。

1831年，法拉第又發明電磁鐵，及兩線圈繞於軟鐵環上，發生感應電流現象。

1847年，馬克士威在愛丁堡大學看見物理教師海米而登的電氣反動車，在通電之後，曲針的尖端，電氣密度突然增高，於是引導到鄰近空氣中，起反撥運動，就旋轉如風車。馬氏在1861年



電氣反動車

即寫出物理力線一書，用數學理論，講出法拉第實驗中絕緣體與導體內電磁場的能力，及電氣感應中絕緣體（通感體）的分極作用，都由於電氣移位變化，而產生一種電力線流。此種電流，

與電導體中電流不同，係在介質中散佈週期律的移位波動。這波動速度與光的速度，幾完全相同。1873年馬氏發表[電與磁的理論]，即言明電磁波與光波在介質中相同現象。1888年赫芝用感應線圈與來頓瓶，產生電磁波，證明馬氏理論的準確。所謂電磁波，是一種波動，包括二個部份，一為電波，一為磁波。這電磁波能被一大片錫片所反射，而且反射波與原來波起互相干涉作用，於是在某處二波干涉最大，電磁波波幅最小，是謂波節或波谷；在某處二波干涉最小，電磁波波幅最大，是謂波腹或波峯。而且赫芝用一圓形金屬，彎成環狀，兩末端各裝一銅球，球與球間留有空隙。當電磁波感應至此導體時，兩球間即有電火花發現。赫芝由此證明電磁波的性質，能反射，能曲折，能偏極而分向（即分解為二個方向部份）。這就是說明電與光及熱的輻射，性質相同。

因此吾們可寫成下列式子：——

電荷的運動 → 電場的變更



電流 → 相伴發生的磁場

或

電荷的運動 → 電場的變更 → 電力線流的變更 → 電波（縱波）



相伴發生磁場的變化



磁波
（橫波）

從這個概觀，天線可把無線電波（電磁波）傳播出去，纔能得到了解釋。

3. 電 子 學 說

1895年12月，羅琴發明X射線。（即陰極射線）此陰極射線經過氣體，使氣體成為導電體，後為J. J. 湯姆生與羅德福所發見。

1896年巴黎貝克來耳證明放射性元素的原子，一直在嬗變，由這元素原子，變成另一元素原子。其中鈾與釷二元素，最不穩定，自動放出極大能力，分碎自己，而變質成為其他元素。宇宙間一切物質趨向最大穩定度而存在，所以凡稀有而極重的元素，最不穩定。現今鈾礦石，釷礦石，經過濃縮及精煉手續，得到純鈾與純釷。鈾則經過同位素分離，獲鈾₂₃₅，其餘鈾₂₃₈，經過初步反應器與化學分離，獲得釷。鈾₂₃₅與釷，皆電核燃料。純釷與電核燃料，經過反應器與化學分離，獲得釷₂₃₃，亦電核燃料。三種電核燃料，可再配合，再經過第二步反應器，加以處理，成最有用的熱力與電力發生物。即「電核能」，又稱原子能。

1896年蒲朗克發見電子間的不繼續的而彷彿跳躍的動量變化，這是量子能。自從這個發見，於是物理家都走向着微細的原子能，與光子，電子而研究。

1897年J. J. 湯姆生獲知陰極射線，乃載有電荷的質點，此質點非物體的分子，亦非物質的原子。其質量約為氫原子二千分之一。由不同元素所射出的質點，牠們的性質都相等。這質點乃

組織各原子的物質，是謂電子。

1899年羅德福發見鈾的三種射線， α 射線（阿爾法射線）為氦原子，載有兩個正電荷。 β 射線（倍帶射線）為負電子， γ 射線（加馬射線）為一種波浪，乃極短波長的波動。

1900年蒲朗克，解釋能力為一束的微點，名曰量子，量子的大小，並不一樣，隨幅射頻率而變。頻率愈高（即波長愈短），此量子愈大。所以X射線的量子所含之能，較可見的光所含之能為大。而短波無線電波的效能，亦較長波無線電的效能為大。

1905年愛因斯坦發明偉大的相對論，說明宇宙間能力的根源。 $E=mc^2$ ， m = 物質質量， E = 能力， c = 光速。此即表示物質本身，可以變成「放射能」。但在什麼情況下，方能放射，他沒有說出。他只說1公斤物質能產生 9×10^{16} 瓦特的電力。

1905年愛因斯坦發表光電效應，即光線，特別紫外線，或X射線，落入金屬表面時，金屬表面的電子可以逐出，此電子放出的數目，與光的強度有關，但電子放出的速度，則與光的波長有關，而與光的強度無關。這證明光子（或量子），能與電子相衝擊，電子獲得「能」，而量子喪失「能」，同時可證明宇宙間一切波浪運動所產生的光子（或量子），都可從無線電收音機中收得，這些「波能」，普通稱作游離電波，在收音機中放出的聲音是一羣吵聲與雜音。

1923年但弗孫與孔司門，1927年但弗孫與奇米，同年又有G. P. 湯姆生（J. J.湯姆生的兒子），用一狹小電子束，穿過一較金箔更薄的極薄金屬片的小洞孔而攝影於照相板上，發見有一

串衍射的環，如光線射於肥皂水膜上產生的彩色環一般。於是證明一個移動電子，相伴有一串電波，這波的波長約為光的波長百萬分之一，波與電子係互相協調而振動的。電子的[能]與振盪頻率成正比例。電子的[動量]與[波長]相乘的積，則成為一恆數。

自從湯姆生發現電子以後，電流都用電子移動所造成的現象做解釋。但是1927年但弗孫與奇米發現了電子伴有電子波。他們把狹窄的低電位(電壓)電子，射到鎳的結晶上，研究反射現象，發現在一定的角度時，反射的電子強度達一最高峯。於是計算出電子波動性質如下：——

電子電位(伏脫)	電子波的波長
54	1.65×10^{-8} (公分)
65	1.49×10^{-8}
143	1.03×10^{-8}
181	0.91×10^{-8}

電子的移動，既具有波動性質，所以在真空管中貯有稀有氣體如氖，氬，汞氣的，兩端通以高電壓，就發出光來。而在無線電中超短波，微波，也就可如同光波一般直射出去，迨觸及遠處金屬體，再反射回來。

能力以波動而存在。因為電子是波動的，所以電子在電燈泡熾絲中能發出白光，電子在電阻線內，能放射出熱能，電子在線圈導線中，能供給磁能，電子在電動機中能發揮機械能。

1925年波爾發現電子的波動性，電子有干涉與衍射現象。電

子的波長與動量的乘積，恰好等於蒲朗克常數 (6.62×10^{-34} 求爾/秒)。又證明質子也有波動性。換一句話說，一切物質都有波動性。

1930年海森堡發表「測不準原理」，即一個質點的地位與動量，不能同時給與精確的數字。換句話說，一個質點的地位測得非常準確，這質點的速度（動量等於質量乘速度）就完全不能決定。電子與光之所以有時像微粒或微子，有時像波動，乃自然界測不準定律所致。因為電子的波動性，與聲波不同，與光子也不同，它運動的質點是不連續性的，也不是遵照牛頓力學的因果律的。電子的位置，如欲測定，必須用光去照射，但是由於光的微粒性，使電子受光的衝擊，電子的動量受衝擊而變化，所以測不準。實際上電子的微粒性與波動性，是都存在的。

1932年却特惠克在鈹的衝擊中發見有一種射線，較鐳的 γ 射線（加馬射線）穿透力更強，並非 γ 波，但為與氫原子質量相同的高速度而不載電荷的質點，是謂中子。此中子能自由穿過原子而不產生電離作用。後來法實，哈金斯與菲米發見中子，尤其遲緩的中子，能穿入電子核而使此原子物質變成另一原子物質。

1933年安徒生欲得宇宙線的可見軌道時，發現一質點，與負電子全部相同，但電荷相反，此質點名正電子或正子。正子常與負電子的軌道相伴。嗣後實驗， γ 射線（加馬射線）可變成一對電子，即正子與負電子。自此，吾人已發見「能」變為「物質」的實例。

1934年居里夫人的女兒伊倫居里與她丈夫約理阿研究鋁或

硼，受由鈾發出的 α 射線的衝擊，發放出正子。在 α 射線停止衝擊後，鋁或硼仍繼續發放正子。是 α 射線已把鋁或硼，變成一不穩固而為同位素的鋁或硼。

本來研究原子的科學家，祇知原子中僅僅原子核與(負)電子。原子核中沒有正子，核中僅有質子及中子。那末，這正子又從何而來？又鐳元素放出的 β 射線(倍帶射線)為電子，但原子核中也沒有電子。這電子又從何而來？

繼續研究後，知原子崩解時，質子與中子可互變。即質子變中子時，則放出一正子。而中子變質子時，則放出一(負)電子。

1935年日本湯川秀夫，由理論上計算，提議一種新的基本質點，質量在質子與電子之間，據他計算，此質點靜止質量約為電子質量190倍，於是核子力的一般表現，可以獲得解釋。1937年安徒生與奈德邁爾果然在宇宙線中，發現此質點，它質量約為電子質量200倍，此質點就名為介子。

1947年蘇聯物理學家阿利哈諾夫與阿利哈良多年對宇宙線的研究，證明宇宙空間向地球飛來的微粒，就是質子，即是氫原子核。質子與空氣中原子撞擊(即質子與原子核撞擊)，起了極大變化，產生介子。這介子比質子輕十倍。它們是有些帶正電荷的，有些帶負電荷的。在極短短的時間中——『一秒中一百萬分之一，或一百萬分之二』的倏忽時間中，介子已中途滅亡，變成新的質點(即電子與微中子)。那帶負電荷的每一個介子產生一個帶負電的電子，與一個微中子。那帶正電荷的每一個介子，產生一

個帶正電的電子(即正子),與一個微中子。微中子是一個不帶正電,也不帶負電的質點。介子的毀滅,就是把空氣中原子游離化,而崩解出負電的電子,同時又產生了沒有電荷的新的質點,名叫光子。這光子很快變化為一對另外的微質點——正子與電子(即正電子與負電子)。

蘇聯阿利哈諾夫與阿利哈良的偉大測驗,發見宇宙線中,除電子,光子,介子以外,還有一羣帶有電荷的變子。這羣變子的質點,有些比介子大二倍半,有些比介子大三十倍。現已發現的,有三十二種變子。有些是正電荷的變子,有些是負電荷的變子。此外宇宙線中尚有高速度的質子。至於普通發見的重介子與輕介子中。阿氏兄弟也查出重介子羣中有變子,輕介子羣中也有變子。而且變子是一直在變化,由較重的變子,變化成為較輕的變子。而最輕的變子,最後變化成電子。當然正電荷變子最後變成正子。負電荷變子最後變成電子。

1947年康納爾大學裴山,根據三十五年前(1917年)范納一種理想,用一杯海水的物質做燃料,可把一艘巨大的軍艦橫跨大西洋,此燃料即三個原子,即海水中水份的二個氫原子,與一個氧原子。他想利用氫原子的能。他說太陽的熱力,即由物質變成放射能。宇宙間90%係氫,而太陽的大部份係氫原子。因為太陽內有極大的壓力與溫度(三千五百萬度)(僅電核燃料能產生此熱度)所以四個氫原子有時能直接或非直接併合而成一個氦原子。但一個氫原子是1.0082原子物質單位,四個氧原子則為4.033

原子物質單位，但直接測量做成的氫原子，只有 4.003 原子物質單位，二者相差 0.03 原子物質單位，大約百分之一(1%)物質，發放出「放射能」來，是謂緊束能。換句話說，如果能把海水中氫元素，變成氦元素，而把「緊束能」放出，整個地球將熔融成一銀河。這工作即在乎需要「巨大壓力」與「極高溫度」。

到今日而論，因為地球上鈾與釷稀少，這熔化地球的巨大壓力與極高溫度，少數的鈾與釷的電核能，豈足夠供給，所以地球的崩潰，尚不可能。迄今估計，全世界鈾的蘊藏祇三千噸，共能放射電核能者，祇0.7%，即僅210噸，按司密山報告，一噸鈾₂₃₅等於三百萬噸煤的熱力。全世界鈾的電核燃料，僅可代替目前全世界用煤量(每年消耗二十萬萬噸)四個月之久。

1947年英國鮑威耳發現宇宙射線中確有兩種不同介子，即重介子與輕介子。重介子又稱作 π 介子，輕介子又稱作 μ 介子。輕介子係在重介子衰亡時產生的。重介子或帶正電，或帶負電，其荷電量則與電子荷電量同。重介子質量約為電子質量300倍。重介子可能變為輕介子。

1948年美國加州大學實驗室人工製造出重介子。重介子蛻變為輕介子。半生命期約為 10^{-8} 秒。又發見中性重介子。

1950年潘諾夫斯基發見中性重介子蛻變而產生二個能量相同的光子。光子產生「電子對」，「電子對」再放出較弱的光子。

因為這許多研究，把物質結構變成很複雜組織，至今日為止，這些組織上微粒，便有下列若干名稱。