

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

放 射

程瀛章著

商務印書館發行

射 放

著章瀛程

江苏工业学院图书馆
藏书章

書 叢 小 科 百

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

放射

目錄 附插圖六

第一章	總論·····	一
第二章	放射元素·····	二三
第三章	氣體的電性·····	二二
第四章	放射性測驗法·····	三一
第五章	三種放射線·····	三四
第六章	銑的性質·····	四〇
第七章	放射的原理·····	四四
第八章	鉛的問題·····	四七

第九章	放射的能力	五三
-----	-------	----

第十章	結論	五五
-----	----	----

附錄	放射元素及其常數表	五九
----	-----------	----

放射

第一章 總論

前世紀的末葉，因為有了輻射現象的發見；科學史也就大放光采。這三十幾年內很可驚的科學成績，多半是直接或間接和輻射相關的。我們不但對於尋常日光輻射的智識增加了許多；就是從來沒有見過的奇怪射線，也被科學家發見了。這幾種射線發生了許多新的問題給我們研究。從前認為無法可想的科學問題，現在覺得沒有什麼價值了。並且還可以用實驗方法來證明他們是很簡單的。至於本來所有的基礎呢（就是近代複雜科學的祖宗，）也並沒有受什麼結構的損傷；但是已經換了一個更深切的更重大的。當初那個過渡時代，各方面同時並進，很平安的經過了。除了幾個真正研究的學者以外；一般人們到了現在，纔知道輻射學在這二十多年內的供獻哩。

後來添了叫作銑的那個新元素。等到他的應用之處漸漸發明了，這個像夜明珠的一件寶貝，就受了全世界的注意。化學家的原子從此不算物之最小質點了。至於原子內部的組織，也入了實驗科學的範圍。我們這本小冊子裏的記載，是由一八九六年法國物理學家柏克勒爾（1）的放射發見起的。柏氏報告說，有幾種物質可以放射一種特殊光線。這種放射，是自然發生的；是永久不變的。能够發生這種放射的物質叫作放射性物質。這個發見，和從前克魯克司（2）樂琴（3）輩所發見的放射現象也是相關的。所以我們也得把這類相關問題照發見的先後，大略講講。那末對於放射學過去的歷史和他現在的地位，才能清楚了。

輻射兩個字終究怎樣講呢？物質自身的動靜，能够於極短的時間內，影響他遠近的四周，叫作輻射。輻射能經過真空以後並不改變。有時經過別的物质後還可以照常進行。這條輻射的界說早就有了。當時專指日光輻射而言。輻射的原因和結果差不多全知道了。但是他的關鍵卻沒有人知道。也沒有人想到這個問題。牛頓是看出這個問題的難處的第一人。他覺得光浪傳播是很奇怪的。甲體和乙體並不接觸，怎麼甲的動靜，可以影響到乙呢？後來牛頓勉強解釋這層難關道：光自己是

很小的質點。這個質點論，在當時實在是唯一的妙解，後來卻並沒有佔什麼勢力。又因為不能解釋光之干涉現象，所以不久就拋棄了。但是對於我們現在所要講的，卻很有關係。照牛頓的意思，光的傳播由於光源擺動時發出一種極小質點。這種質點行動有無窮高的速度，向四周成直線出發。後來科學家覺得物質之外，還有別的東西也可以運動。他們就假設了這個普遍『以太』，充滿萬物，作傳播輻射的媒介。這就叫做波浪說的光學，代替了質點論的光學。照波浪說講去，光波的傳播，有以太作介紹物；因為以太只有橫的擺動，所以無論什麼光的速度總是一樣。但是波的長短和每秒鐘的擺動次數不必盡同。長波的擺動慢，短波的擺動快，相互成比。從極長的紅外線，到我們能看見的顏色分光鏡，再到極短的紫外線，都很容易被吸收的；所以他們都可以當實驗的資料。

幾十年前，這個波浪說在馬克斯維耳（4）手裏擴充了好些。原來波浪說的結果，給了以太一個運動能力；所以物理學家就研究以太運動終究服從那條運動的定律。有一派，內中最著名的代表是克爾文（5），爵士，想拿尋常力學來解釋以太的運動。照他們的意思，以太就應該有物的性質，像彈性和壓縮性之類。同時用在以太上的力，就是尋常的牽引罷了。新派的法拉第的電磁感應

當個總關鍵。從那裏找出以太裏面的牽引和發生光波的狀況。這派的鍵將就是馬克斯維耳。他宣布他的電磁波傳光論道：一根光線的由來，因為一些電的橫列擺動於以太裏面，發生了電磁感應的波然後起的。這個見解後來證實了。因為電磁感應波，在空間的速度，果然同尋常光的速度一樣。但是一般科學家直等到一八八八年，才算馬氏的見解是一個可以講得過去的學說。在那一年內，德國赫芝反復放來頓瓶所感的電，發明一種電磁波。這種波有好幾尺長的。他們雖然比尋常光波長幾千萬倍，但是他們的速度還是一樣。並且還服從同樣的屈折，反射，分極等各種定律。波的長短不過因為所用儀器的長短大小不同罷了。若我們要製造像尋常光波那樣短的波呢，我們須得用物質的分子原子來當我們的儀器。所以我們到了這個地步，可以說：光波的起源，就是原子或分子裏邊電的顫動或擺動。這擺動須得有一定的速度，去配那所發生的光波的長短。

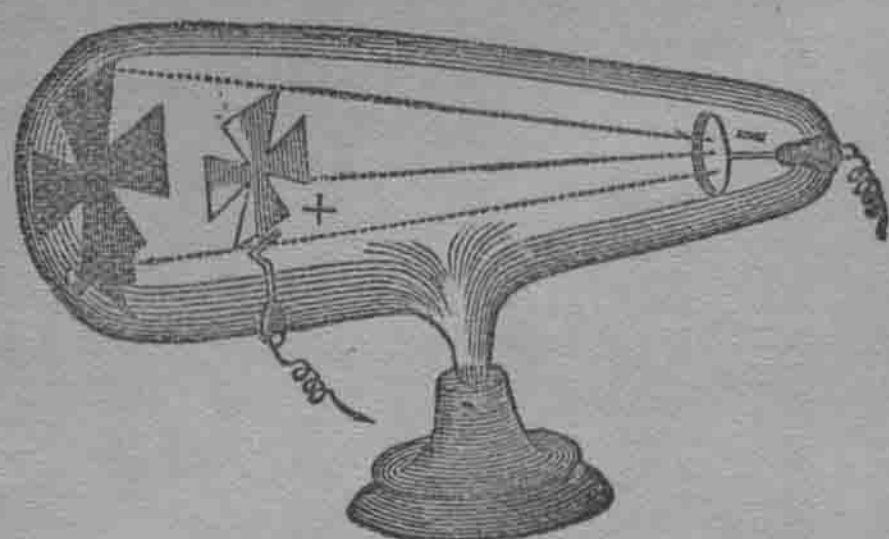
到了一八九五年的時候，我們的輻射智識有了波浪說作根基，再加上了馬克斯維耳的電磁論，就覺得很能够應用於當時所曉得的各種輻射，從很短的紫外波到很長的赫芝波（現在用於無線電的。）不過我們應該認明波浪說固然理由充足；但是波浪輻射，斷不是世間唯一的輻射。牛

頓所講的質點論在尋常光學也許不及波浪說講得圓通；但是克魯克司所發見的陰極射，當然是

第

一

圖



陰極射儀器

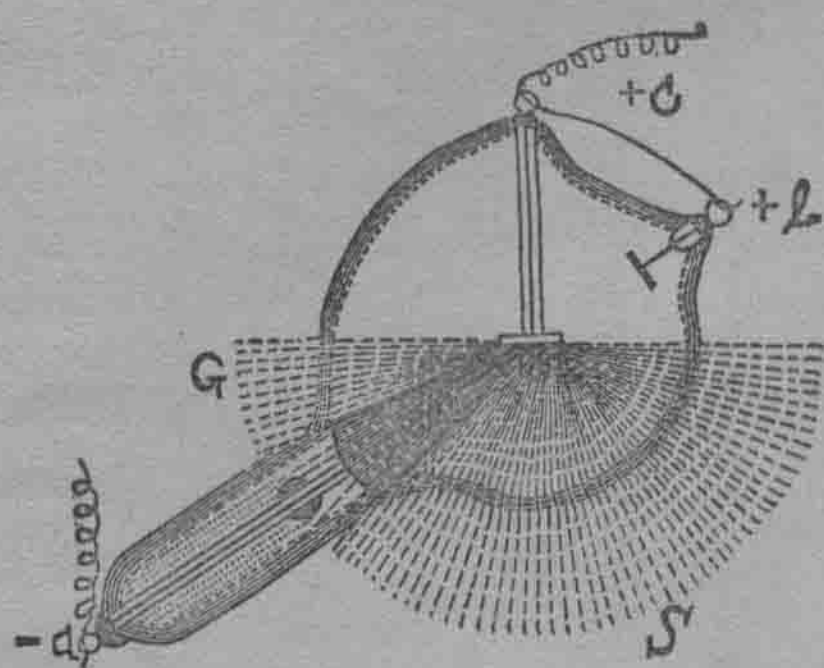
風車也能旋轉。這種光線碰着磁場就被磁場屈折。折向的度數與磁場的強弱成比例。在電場裏也是如此。並且向陽極方面屈折。因為陰極射自己是陰的。克魯克司叫這種光線第四種物體。意思就

質點輻射。所以我們至少有兩種不同的輻射：（一）『以太』顫動傳遞的。（二）由質點連成的。我們現在要注意的，就是這第二類的輻射。克魯克司在四十年前已經發見稀薄氣體可以傳電的現象。他用金屬電極鑲入兩端的玻筒一個。兩極接到電源，再把裏面的空氣漸漸抽出。將近抽完的時候，玻筒裏面就傳起電來了。有光線從陰極方面直射出來，玻筒全體也都亮了。這種陰極射有特殊的性質。我們現在祇能大略講講。陰極射撞着的地方，發生高熱。若聚在一點，那末薄片的金子也可以融解。中間若有物件擋住（看圖），那末對面就有影子。若裝置一個小風車，那

是固體液體氣體之外加了輻射體。他說陰極射的質點，恐怕就是帶電的原子。他們在電場裏有極高的速度和極大的動能。克氏的見解，當初很少人注意，現在差不多大家都以為對的。別的暫且不講，我們知道陰極射是一種質點式輻射，是初次發見的。

在一八九五年德國物理家欒琴發見了愛克司射線。因為尊崇學者起見，有時也叫作欒琴射線。克魯克司玻筒已經用了二十多年了。不過沒有人找出什麼新的現象。一直到了欒琴手裏，才有這種新輻射發見。愛克司線和陰極射不同，可以穿過玻筒到外面來；不過在外面是看不見的。在裏面可以注射到幾種特殊物體如特酸白金鉏，使他間接放光。如此就變成看得見的光線了。欒琴射線也能使照相片顯影像日光一般。他的第三個特性，就是經過氣體時，這部分氣體即刻能傳少許電流；因為已經被欒琴線感成遊電（遊子）了。這個特性叫作電離。有幫助氣體暫時變成導電體的能力。我們利用這三種特性，就可以研究看不見的愛克司輻射了。愛克司輻射怎樣發生的呢？陰極射轟擊路上阻礙的東西；那被攻擊的物體，就會發生愛克司線。若是中間沒有什麼去阻止陰極射的大道，那末，玻筒受了狙擊，也會發生愛克司光線的。但是最堅硬的愛克司輻射，須用重金屬做成

第 二 圖



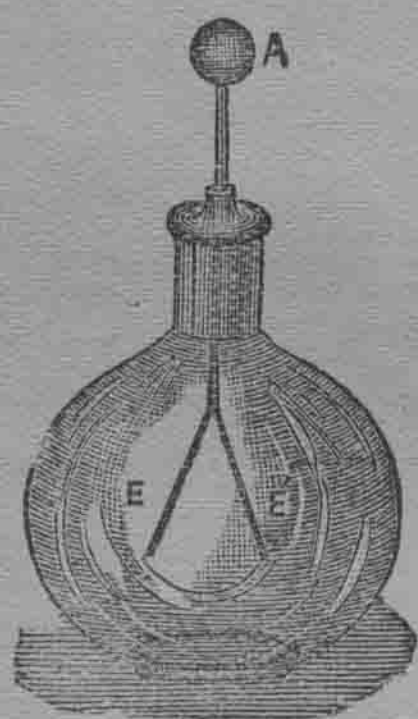
倫 得 根 幅 射

小圓片受陰極射的攻擊而後發生的。白金融點很高，用他最合宜。若陰極是凹的，可把陰極射聚成一個焦點注射在一個斜置的『對陰極』(8)上。那末，愛克司線返射過來，半球都照到了。『對陰極』就是愛克司輻射的泉源。有時連做在陽極上；不過『對陰極』和陽極卻沒有關係的。請看第

二圖，有一個凹的陰極。陰極射的焦點在F，切『對陰極』。愛克司輻射成半球形，GS都受着了。愛克司輻射像光線一樣是以太波的一種。但是這種波太短；所以到了現在還不能看出他屈折反射幾種性質。愛克司光線比陰極射更堅固，注射性更加利害。若筒中空氣抽得愈淨，那末所發的輻射愈堅。若不抽淨，則所發的輻射很軟，很容易被吸收的。在空氣抽淨的筒內，陰陽極兩端相差的電壓一定要很高。電壓高則陰極射的速度也高。陰極射速度高，則間接所發生的愛克司線速度也高。並且同時也就很堅固了。

講到穿透物體的能力，愛克司輻射和陰極射並無什麼根本不同處；不過有些大小輕重罷了。陰極射的穿透力是很有限的。尋常所謂透光不透光是根據我們天天經驗的淺近事實。這種名詞和他們的界說，在放射方面是不適用的。新輻射對於重量相等的物體穿透也相等的。反過來說，重量相等的物質，對於新輻射穿透性是相同的。若用厚薄相等的物質來比較，那末輕的容易穿過。密度和穿透性就成了反比例。至於別的性质完全沒有關係。這幾層已經被勒拿（9）氏實驗證明了。對於尋常光線，卻大不相同。玻璃，石鹽，大多數的液體氣體，和種種結晶體，都算透光的。其餘物體像金屬之類，雖用薄片還是不透光。這種透光體卻都不是導電體；但是不透光的金屬，倒是很好的導電體。這個現象很應該注意的。還有一種東西長的光波可以透過；但是短的光波就不能過去了。美國伍德（10）教授用一種安尼林顏料來試驗他的透光性。這種顏料對於尋常光波不透。紫外波卻可以透過了。還有幾樣化合物如硒和碘化汞銅等有透光和不透光兩種不同物質的存在。不透光的那一種，比較的是導電體。這些事實，表明傳光和傳電彷彿是相關的。但是我們的新輻射對於固體，液體，氣體，導電體，和阻電體一概沒有什麼區別。陰極射是質點射。愛克司線是電磁顫動。但是他

第三圖



金葉實驗電器

們的穿透性差不多是一樣的。他們對於氣體，都有電離性。對於照相片，都能顯影。陰極射在電場磁場內要屈折；但是愛克司線並不如此。陰極射是愛克司線的導火線；對陰極才是愛克司線的泉源。下一年是一八九六。除了勒拿，樂琴幾個人的研究之外，我們又有一個新發見。這就是柏克勒爾的放射現象。當初傍卡累（Il）以為愛克司線是無論什麼螢光現象的結果；所以柏氏就拿了許多鈾的化合物來研究他們的螢光性。

柏氏的法子，就把少許鈾化物放在照相片上。照相片已經用不透光的東西包好。鈾化物則攤開向太陽光曬着。因為要使他曬了之後發生螢光。這樣試驗，柏氏果然發見他的照相片受了影響。

若用一塊薄的銅片或鋁片隔在中間，那照相片還是顯影。但是後來柏氏查出在太陽光裏曬的一番手續，完全可以省卻。在黑暗之中，這個現象照樣可以證明。不論什麼鈾化物都是一樣。所以柏氏就覺得他所研究的是一個元素的性質，和螢光沒有什麼關係的。這個新的性質

就叫作放射性。放射和愛克司輻射是差不多的。放射也能感應氣體或遊電。這一層可以用金葉驗電器來證明。驗電器是物理學裏很古的儀器。在放射沒有發見以前，這件儀器看得不甚重要，失寵已經很久了。現在呢，倒又大受歡迎。研究放射的時候，非他老人家出來幫忙不行。

鈾和別的放射元素所發的輻射，將來要在第五章裏報告。我們不妨先把他們來大略講講。這種輻射已經分析開來，知道內中有三樣不同的射線。歐美各國通用三個希臘字母去稱呼這三種光線。就是「阿爾發」「培塔」和「格馬」。但是我們要譯成漢文怎樣說呢？我想那阿爾發輻射是帶陽電的質點，又因為他從原子裏面出來，我們就可以叫他陽原射。根據同樣的理由，培塔輻射可以叫作陰原射。但是格馬輻射並不是質點，又不帶或陰或陽的電，所以叫他中原射。意思就是原子裏面爆出來的中性輻射。陽原射的穿透力極弱，碰着一張薄紙或幾公分的空氣，就不能進行了。陰原射的穿透力比較強一些。他若要穿過薄片的金質或玻璃是很容易的。中原射的穿透力最利害。五六塊銀圓疊起來，還不能完全阻止他的去路。三種輻射的穿透力，都一般和物質的密度成比例。和物質別性狀卻沒有什麼關係。在放射學裏的位置，要算陽原射最要緊。中原射最不要緊。陰

原射和陰極射相仿。不過陰原射的速度大得多罷了。他影響照像片的能力也最大。但是他只佔全部放射的一小分。刺得福德 (12) 發見陽原射在磁場電場裏也稍被屈折。屈折的方向和陰原射相反。因為所帶的電有正負的不同。陽原射是質點，剛才已經說過。這種質點，並不很小，和一個氫氣原子差不多。他的重量比氫氣原子還重。他的速度大約每秒鐘六萬里光景。試驗電離的時候，差不多盡是陽原射的效力。我們有了陰陽兩種質點之後，牛頓的質點論，就實實在在的證明了。這兩種輻射，初發見的時候有人以為波浪式的輻射。後來才知道錯的。真正的波浪輻射，起初以為質點。真正的質點輻射，起初以為波浪。不對的論調，漸漸矯正，這是科學史上常有的事。也是科學進化的常軌呀。

我們既然有了兩種不同的輻射，我們還是不能清清楚楚區別什麼叫作以太波浪什麼叫作質點輻射。恐怕最重要的一點，就是質點輻射帶些陰電或陽電。我們可以用磁場或電場去屈折他們。但是還有一層已經提起過的。就是透光體比較的是阻電體。那末，愛克司輻射和中原射若是像光線一樣，就應該被導電體所吸收，被幾種絕緣體所放過了。但是這却和事實相反。所以愛克司輻

射和中原射還比較的近於質點輻射。因為有了這許多困難的地方，有幾位科學家就想完全拋棄波浪說。一概認作質點輻射。這樣見解未免太激烈，因為波浪說，在光學裏的優點並沒有完全消滅。況且我們也許有別的方法去解決這個問題。



- (1) Becquerel, (2) Crookes, (3) Röntgen, (4) Maxwell, (5) Lord Kelvin, (6) Hertz,
(7) ionization, (8) anticathode, (9) Lenard, (10) Wood, (11) Poincaré, (12) Rutherford,