

大學物理學

第三冊

大學物理學

第三冊

電學

COLLEGE PHYSICS

PART III

ELECTRICITY

BY

F. W. SEARS AND M. W. ZEMANSKY

譯述者

國立山東大學物理系

大學物理學編譯委員會

中華書局出版

本書內容提要

本書是 Sears 及 Zemansky 合著 College Physics 下冊的前半部分。在靜電學中，主要討論電荷間的力，和由這些力所引起的最後穩定狀態下的電荷分佈以及帶電質點在空間的運動等等。在動電學中，則論述關於電流的性質、歐姆定律的應用、電化學原理、量電儀器、運動電荷的磁場、電磁感應、電磁波性質以及電子學等。至於近代電學上的新發展，本書亦有論及。

* 印翻得不 · 權作著有 *

一九五一年十二月初版 大學用書		大學物理學 (全四冊) ◎第三冊定價人民幣二萬五千元		譯述者 楊肇燦等	原書名 College Physics, Part III, Electricity 原作者 F. W. Sears and M. W. Zemansky 原出版者 Addison Wesley Press 原本版次 初版	出版者 上海河南中路二二一號 中華書局股份有限公司 印刷者 上海澳門路四七七號 中華書局上海印刷廠 發行者 三聯·中華商務開明·聯營聯合組織 中國圖書發行公司	各地分店 三聯商務印書館 中華書局 開明書店 商務印書館 聯營書店
-------------------------------	--	--	--	-----------------	---	--	---

大學物理學編譯委員會

主編 楊肇燦

王承瑞 王書莊 王應素 王彬華

余壽綿 周北屏 郭貽誠 陳同新

陳成琳 馮傳海 楊有楙 劉鴻賓

赫崇本 熊正威

大學物理學

第三冊 電學

目 錄

第二十四章	庫倫定律	409
第二十五章	電場	425
第二十六章	電勢	444
第二十七章	電介質的性質 電容	463
第二十八章	電流與電阻	482
第二十九章	直流電路	502
第三十章	電化學原理	530
第三十一章	磁場	546
第三十二章	電流計, 安培計, 伏特計及直流電動機	567
第三十三章	電流及運動電荷的磁場	577
第三十四章	應電動勢	586
第三十五章	物質的磁性 鐵磁性	606
第三十六章	電容與電感	632
第三十七章	交流電和電磁波	643
第三十八章	電子學	667
習題答案		690

第二十四章 庫侖定律

周北屏譯

24—1 原子的構造 希臘文的原子是表示不可分的意思，我們不須指出這個名詞的不適當。所有的原子都是由於原子以下的微質點組合成的。所以有些原子比較複雜，有些不很複雜，並且我們已經有許多方法，能夠使有些微質點從原子裏分裂出來。最顯著的例子就是原子核的分裂。

原子的組織成分就是這些微質點，而這些微質點又有三種：電子、質子和中子。除了這三種以外，別的微質點也有見到過，或者是設想存在的，不過，它們的存在是暫時的，所以不能形成平常物質的一部分。這些微質點都是以同樣的一般方法安排在原子裏。質子和中子總是組成緊密裝填的一羣，叫做原子核。若是我們把原子核看作一個球體，那末，它的直徑是 10^{-12} 厘米的量級。離原子核比較遠的地方則有電子。在1913年，丹麥物理學家尼爾斯·波耳(Niels Bohr)創議了一個原子模型。這個原子模型是這樣的：電子在圓形軌道或橢圓軌道上，環繞着原子核而運動。現在我們知道，這個模型不是完全正確的，但是，對於原子構造的摹想，它仍然是有用的。這些電子軌道的直徑，就確定了整個原子的大小。它們的量級約是2或 3×10^{-8} 厘米，或為原子核直徑的一萬倍。波耳的原子模型就是一個太陽系的縮圖；太陽相當於原子核，離開太陽較遠的行星，相當於電子。質子和中子的質量，差不多是相等的，約為電子的1840倍。所以在實際上，整個原子的質量，集中在原子核上。這些微質點的質量可以計算如下：我們知道，一個克-分子的氫含有 6.02×10^{23} 個原子(亞佛加得羅(Avogadro)數)，它的質量是1.008克。所以一個氫原子的質量(算到三位有效數字)應是

$$\frac{1.008}{6.02 \times 10^{23}} = 1.67 \times 10^{-24} \text{ 克} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ 仟克}.$$

所有的原子都是這三種微質點所組合的；不過氫原子是一個唯一的例外（同位元素將在下一節中討論）。氫原子核只是一個質子，在它的外邊有一個電子。所以在一個氫原子的總質量中，電子佔有 $1/1840$ ，而其餘的部分是質子的質量。取三位有效數字，

$$\text{電子的質量} = \frac{1.67 \times 10^{-24}}{1840} = 9.11 \times 10^{-28} \text{克} = 9.11 \times 10^{-31} \text{仟克},$$

$$\text{質子的質量} = 1.67 \times 10^{-24} \text{克} = 1.67 \times 10^{-27} \text{仟克}.$$

質子的質量既然和中子的質量差不多相等，所以

$$\text{中子的質量} = 1.67 \times 10^{-24} \text{克} = 1.67 \times 10^{-27} \text{仟克}.$$

普通的氫元素是三種原子的混合物。這些原子稱為**同位元素**。除了前段所敘述的那一種氫原子（一個質子和一個電子所組成）外，我們又發現“重氫原子”或氘原子和氚原子。在普通的氫元素中，氘原子約佔有 $1/5000$ ，而氚原子所佔有的則是更少。氘原子核含有一個質子和一個中子，氚原子核含有一個質子和兩個中子。在氘原子核和氚原子核的外邊，都有一個電子。我們用化學符號來區別這種樣式的氫原子，它們的符號可寫為 ${}_1H^1$ ， ${}_1D^2$ （比較更恰當的符號應是 ${}_1H^2$ ，）和 ${}_1H^3$ 。字母左邊的下標數字表示原子核的質子數，或是電子數。這個數字，稱為**原子序數**。一個原子在正常狀態下，或在不電離化的狀態下，質子的數目和電子的數目是相等的。我們將在後面更可知道，這個事實是直接關係到質子和電子的電的性質。字母的右上標數字，表示原子核所含微質點的總數。這個數字是最近於原子量的整數。顯然的，氘原子的質量差不多是 ${}_1H^1$ 的二倍，氚原子是它的三倍。一個原子的化學性質，主要的由核外電子數來決定，而和原子核的質量關係很少。所以從化學上的性質說，同位元素是沒有差別的。就是有，這個差別也是很小的。

在週期表中，和氫緊靠着的元素是氦。氦的同位元素中遇見最多的是 ${}_2He^4$ 。它有兩個核外電子。它的原子核含有兩個質子和兩個中子，這個同位元素的原子核，稱為 α -質點。氦又有一個同位元素 ${}_2He^3$ ，它的原子核含有兩個質子和一個中子。它在氦元素中所佔有的分量約為

1/100,000. 和氦緊靠着的元素是鋰，它含有 92% 的 ${}^7\text{Li}$ 和 8% 的 ${}^6\text{Li}$. 讀者可以把質子、中子和電子在這些原子中的配合推演出來.

倘如我們在週期表中循序研究，我們就可看到原子複雜性的增加. 自然存在的而又最複雜的原子是鈾. 它是 ${}_{92}\text{U}^{238}$, ${}_{92}\text{U}^{235}$ 和 ${}_{92}\text{U}^{234}$ 三種同位元素的混合物. 它們中間相對的多寡分量是 99.28%, 0.71%, 和 0.006%. 甚至於比鈾更複雜的原子，在原子彈的發展過程中，也已經製造成功了. 這些原子就是鐳, ${}_{88}\text{Ra}^{226}$, 和釷 ${}_{90}\text{Th}^{232}$. 釷原子核含有 90 個質子和 142 個中子. 加上 90 個核外電子，這樣它一共有 332 個微質點.

質子和電子間的作用力，超過它們中間的萬有引力. 發生這些力的解釋，可以歸之於質子和電子具有電或電荷的性質. 這正像用物質具有引力質量的性質來解釋萬有引力一樣. 不過，這兩者中間有一個區別，就是在萬有引力的關係中，只有吸力發生，而在電力的作用方面，吸力和斥力都可以發生. 質子和質子間的作用是斥力，電子和電子間的作用也是斥力，但在質子和電子間，就有互相吸引的作用. 因此，我們就有兩種電荷，任意定名為陽(+)電荷和陰(-)電荷. 質子帶陽電荷，電子帶陰電荷. 質子和電子間所見到的力提示了一個常見的說法，就是同號的電荷相斥，異號的電荷相引.

所有的電子都帶着完全同樣的陰電荷；所有的質子都帶着完全同樣的陽電荷. 進一步說，任何一個體系(如一個正常的原子)，若是含有同等數目的質子和電子，不表示帶着淨電. 於是，我們得一結論：質子和電子的電荷量相等而號相異.

沒有觀察到過一個電荷量比質子或電子所含有的還小，所以質子和電子所含的電荷，好像是終極的而且自然的電荷單位.

質子和質子間所發生的斥力，或者質子和電子間所發生的引力，都是依據它們的間隔距離來決定的. 除此而外，它們之間還有其他繫於它們的相對運動的力，正因為有了這些力，纔產生了磁的現象. 在過去許

多年中，人們對於兩個磁棒互相發生表觀斥力或引力的事實，總是根據了一個理論，即是設想在磁體中有着相當於電荷的磁的實體（稱為磁極）的存在來解釋的。然而，我們却有一件常見的事實，這就是環繞一根有電流通過的線，能夠發生磁的效應。但是，電流不過是電荷的運動，這就表示所有一切磁的現象，都是由於電荷的相對運動。所以電和磁不是兩個東西，而是由於電荷的性質所發生的相關現象。

24—2 接觸起電 上節已經談到，物質含有同等數目的質子和電子。所以通常的物質，不顯帶電效應，我們常稱它為“電中和”，或“不帶電”。倘若我們用個方法，打破了質子和電子的數目的平衡，就是說，使這個物體的電子發生了過剩或缺少，這樣，我們就說這物體帶了電，並且稱它為一個帶電的物體，或簡稱為電荷。我們已有許多方法可以改變電子和質子在物體中的正常平衡，歷史上所載最老的方法，就是尋常所稱的摩擦起電。不過，接觸起電是一個比較適當的名詞，因為只需要緊密的接觸，就可以發生帶電現象。用力使一個物體的面和另一個物體的面相摩擦，只是使面上的許多點取得良好的接觸罷了。

倘若用貓皮摩擦一根硬橡膠棒，再把這棒靠近一個木髓球。這個木髓球是掛在一根絲線的一端。在起始時木髓球被橡膠棒所吸引，但是經過短時間的接觸以後，這球就被棒所推斥。又如，用同樣方法處理過的兩個木髓球，也是彼此相斥的。但從另一方面看，每個木髓球却都被貓皮所吸引。這些效應，可以說明如下：當橡膠棒和貓皮接觸時，貓皮上的電子就自發的轉移到橡膠棒上去。橡膠棒因為得着了過量的電子而帶陰電，同時貓皮因為失去了許多電子而帶陽電。

我們將在後面解釋，為什麼不帶電的木髓球在起始的時候要被橡膠棒所吸引。當木髓球和帶陰電的橡膠棒相接觸時，棒上有些過剩電子就轉移到球上。我們所看見的棒和球相斥，或者球和球相斥，正是證明了帶着同號電荷的物體彼此相斥的事實。木髓球和貓皮相吸引，則是證明了帶着異號電荷的物體彼此相吸引的事實。靜電學所有的現象，不過

是表明帶電體間的力，或者是電子和質子（帶最小電荷的實體）間的力。“靜電學”這個名詞多少是一個錯誤的名稱，因為電荷受了電力的作用，常常要運動的。

由量度的結果，當橡膠棒和貓皮接觸時，它所得的電荷和貓皮所得的電荷，是量值相等而號相反的。所以在起電過程中，我們並不能創造電荷，不過是電荷從一個物體轉移到另一個物體上。單憑這些實驗，不能證明那一種質點在移動。從別的方面可以證明，在移動的却是電子。

一個帶電的木髓球可以當作一個檢驗物體，用來確定第二個物體是否帶電。更靈敏的測驗可用一個金箔驗電器，如圖24—1所示。兩條薄的金箔或鋁箔 *A* 緊裝

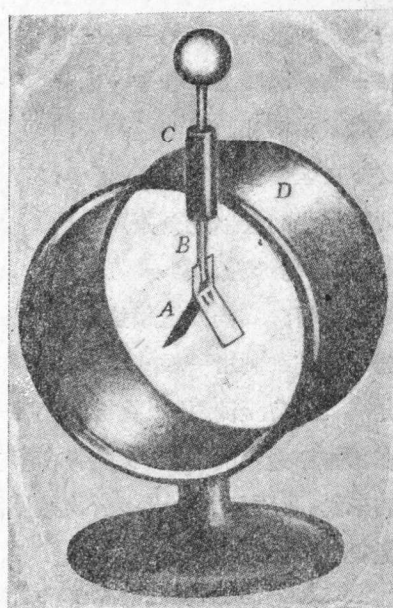


圖 24—1 金箔驗電器。

在一根金屬棒 *B* 的一端，這金屬棒再通過一個用橡膠、琥珀或硫黃製的支承 *C*。*D* 是一個包壁盒，並且配上玻璃窗。這樣，我們既可以看見金箔的移動，又可以防備空氣流的擾動。當驗電器的頂端的球和一個帶電體接觸時，金箔就得着同號的電荷而彼此相斥。它們張開的程度，就量度它們所接受電量的多少。

設有一組電壓約有數百伏特的 *B* 電池，它的一個路端接到驗電器頂端的球上，另一路端接到驗電器的包壁上，那麼金箔也發生張開。這就好像它們已經和一個帶電物體相接觸一樣。在這兩種過程中，金箔所得着的電荷，“種類”和以前沒有區別；而且，一般的說，“靜電”和“流電”是沒有區別的。這“流”字表示電荷的流動，而“靜電學”大部分的研究是

關於電荷在靜止時的互相作用。在這兩種情形中，無論就那一種說，電荷即是電子或質子所帶的電荷。

24—3 導體和絕緣體 圖 24—2 表示一根銅線的一端和驗電器的頂端的球相接，另一端支持在一個玻璃棒上。若是一個帶電的橡膠棒和銅線的遠端（即支持在玻璃棒上的一端）接觸，則驗電器的金箔立刻張開。所以，電荷是沿着銅線，或經過銅線而移轉。我們稱這銅線為導

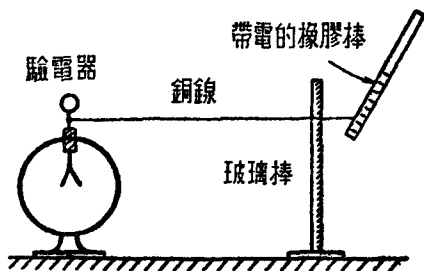


圖 24—2 銅是導電體。

體。若是我們用一根絲線或橡膠帶來代替這銅線，並且重做這一試驗，金箔就不會張開。這根絲線或橡膠帶，我們稱作絕緣體或電介體。電荷在物體中運動的問題，我們將在第二十八章中詳細討論；但就目前的目的來講，我們只要說大多數物體可以分為上述的二類。導體能讓電荷通過，絕緣體是不能的。

一般的說，金屬體是良好的導體，非金屬體則是絕緣體。金屬體具有正的原子價和它們在溶液中能夠產生陽離子，足以表明金屬體的原子很容易把它們外層的一個或多個電子解脫。在金屬導體（例如銅線）內，有些電子脫離了原子，就在導體中自由運動。這些電子我們稱為自由電子。那些陽電性的原子核和剩餘的外層電子，仍然固定在它們的原來位置。從另一方面說，在絕緣體中是沒有這些自由電子的（即使有，也是極少的）。

接觸起電的現象不僅限於橡膠和貓皮。事實上，一般的絕緣體都可發生。任何兩種不同的物質，都能多少地表顯出這種效應的。但是，很明顯的，一個導體須要一個絕緣柄來支持着；不然的話，所產生的電荷就會立刻漏掉。

24—4 電量 庫侖定律 一個帶電體就是一個物體含有過多數

目的電子或質子。一個物體所帶淨電荷的多少就可以用這數字來表示。實際上，一個物體的電荷是用一種單位來表示，這單位是比一個電子或一個質子所帶的電量大得多。我們將用字母 q 或 Q 來代表一個物體所帶的(+)或(-)的淨電荷，暫且延遲討論單位電荷的定義。

第一個人研究電荷間作用力的定量關係，是查爾斯·奧格斯丁·庫倫(Charles Augustin Coulomb, 1736—1806)。他在 1784—1785 這一時期中利用了一種扭秤(即十三年後卡范狄胥(Cavendish)利用它來量度萬有引力的)來研究帶電體間的力。從這個實驗的結果，在量度的準確限度內，庫倫指出兩個帶電物體間的引力或斥力完全依據反平方距離的定律，

$$F \propto \frac{1}{r^2}.$$

在庫倫時代，人們對於電量的認識不夠清楚，所以沒有單位來表示電荷，並且也沒有方法來度量它。到後來，由於研究的結果，證明了兩個帶電物體間的力，是與個別的電荷 q 和 q' 成正比例，那就是

$$F \propto \frac{qq'}{r^2}. \quad (24-1)$$

若是我們把這個比例式乘以一個恆量 k ，那末，它就變成一個等式：

$$F = k \frac{qq'}{r^2}. \quad (24-2)$$

這比例恆量 k 的量值，要看力、電荷和距離用什麼單位表示而決定。式(24-1)或(24-2)都稱為庫倫定律。這個定律現在可以述說如下：

一個帶電物體對於另一個帶電物體作用的引力或斥力，是和它們的電荷的相乘積成正比例，而和它們彼此間距離的平方成反比例。

用上式來表示的庫倫定律，因為受有後文將加說明的某種情形的限制，所以只能適合於點電荷。那就是，電荷的線度遠小於它們彼此間的距離。若電荷間有物質存在(譬如說，電荷是放在空氣中)，那麼其間的力就變了，因為電荷就會因感應而產生在介質的分子上。我們在以後

再當討論這種效應。實際上說，縱然把點電荷放在空氣中，這個定律還是可以應用的；因為，即使在大氣壓下，空氣的效應祇把力的量值改變了它在真空中的二千分之一（約數）。

這個定律適合於電荷 q 和 q' 所代表的任何符號的電。倘若它們是同號的，那麼所作用的力就是斥力；若是異號的，那就是引力。每一電荷總是受到一個量值相等而方向相反的力。

24—5 庫倫定律的證實。盧瑟福(Rutherford)的有核原子 在自然界中，最接近於真正的點電荷（幾何學上的點）是一個帶陽電的原子核。由實驗直接證明，一對原子核間的斥力確是遵循庫倫定律的。這些實驗並不以證明庫倫定律為首要目的，而是要在可能範圍以內，求知陽電和陰電在原子內是怎樣分佈的。而且正由於這些實驗，纔首先證明了一個原子含有一個小而且具有大質量的原子核，它的外邊圍繞了許多電子。這個實驗是盧瑟福和他的兩個學生韓恩斯·蓋格爾 (Hans Geiger) 和厄奈斯脫·馬爾斯敦(Ernest Marsden)於1910—1911年間在英國劍橋市做的。

電子是湯姆生(J. J. Thomson)在1897年發現的。在1910年，電子的質量和電荷量都已很準確的知道了。除了唯一的例外氫原子而外，並已完全確定所有的原子含有的電子數都是多於一個。湯姆生又曾倡議一個原子模型。這模型是一個帶陽電荷的球（直徑約為2到 3×10^{-8} 厘米），裏面填充着許多電子，正好像蛋糕裏填充着許多葡萄乾一樣。

盧瑟福和他的合作者的實驗是把別種質點投射到一個所要研究的原子上，觀察了這些質點的偏轉或散射的情態，就可以對於電荷在原子裏的分佈狀況，得到一個結論。很幸運的，我們確有一種投射體可以供給這實驗的使用。這就是有些放射性物質，在蛻變的時候，能夠放出 α -質點來。現在我們知道， α -質點就是氦原子核。它們在這些放射性物質中以量級約在 10^9 [厘米]/[秒]的速度放射出來。正常的氦原子有兩個電子。所以它的原子核(α -質點)帶了兩單位的陽電荷，並且含有兩

個質子和兩個中子。 α -質點既然有這樣大的速度，所以它們在因受碰撞而被停止以前，能夠穿過空氣若干厘米，或者能夠穿過固體十分之幾或百分之幾毫米。

圖 24—3 表示這個實驗裝置的方案。左邊是一個放射源；它放射出 α -質點來。圖中每塊厚鉛屏上都有一個小圓孔。所以 α -質點只能由這

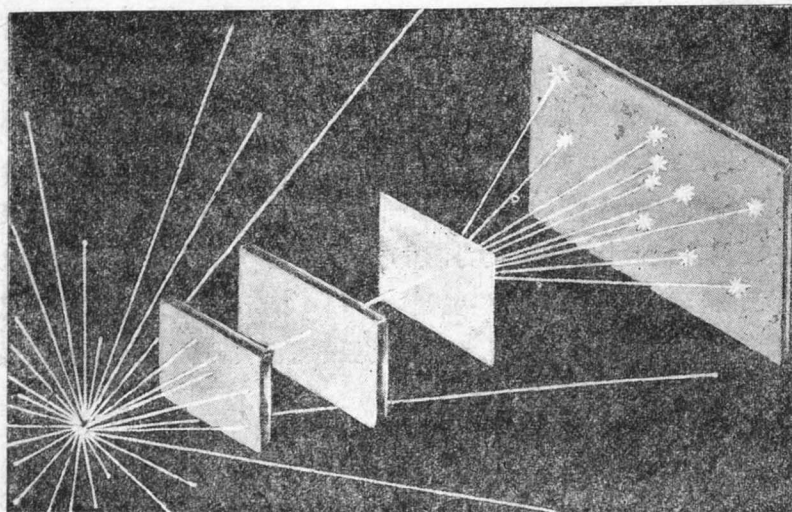


圖 24—3 α -質點經過一個薄金屬箔的散射。

些小孔通過而形成一細注；其他的 α -質點都被鉛板擋住而不能通過。這條細注的 α -質點又通過了一個很薄的金屬箔（金、銀和銅都可以用）而撞擊一張塗有硫化鋅的板上。當一個 α -質點碰到這塊板上，就有一次片刻的閃光或閃爍可以看見。這樣，我們就可確定有多少 α -質點是由原來的方向偏轉了任一個角度。

根據湯姆生的原子模型，固體的原子是裝填在一起的，好像許多石彈放在一個箱裏那樣。實驗的事實告訴我們， α -質點能夠直穿一片金屬箔。倘若湯姆生的模型是正確的，那末我們就得定下這樣的結論，那就是說， α -質點實際上可以貫穿帶陽電荷的圓球。設若這是可能的，我們就可以計算出一個 α -質點所受到的若干偏轉。湯姆生的原子是不帶

電的，所以 α -質點在原子外面受不到什麼力。在原子裏面，電力的發生，一部分是由於電子，一部分是由於帶陽電的球。但是 α -質點的質量約為電子的 7400 倍。從運動量看來， α -質點和質量很小的電子相作用，它只能受到一些極小而幾可忽視的散射。所以只有 α -質點和陽電荷(原子的質量大部集中在此)間的力，才能夠使 α -質點發生偏向。

一個 α -質點在一帶陽電的球內所受的力，正像一個質點在一圓球內所受到的引力。不過兩者有一些不同，就是那質點在圓球內只有引力發生，而兩個陽電荷間的力則是斥力。引力強度在球心處是零；但由球心向外，因距離的增加，引力強度即按直線律而增大。這是因為任何半徑以外的部分的質量不能作施力於半徑以內的任何一點上。所以 α -質點受到與球心距離成比例的力而被斥向外。由 α -質點的運動方向，我們可以計算出它的運動軌跡，如圖 24—4 (a) 所示。根據這樣的計算，盧瑟福就預料，在任何一個與 α -質點的原來運動方向所成的角內，應該有多少 α -質點散射出去。

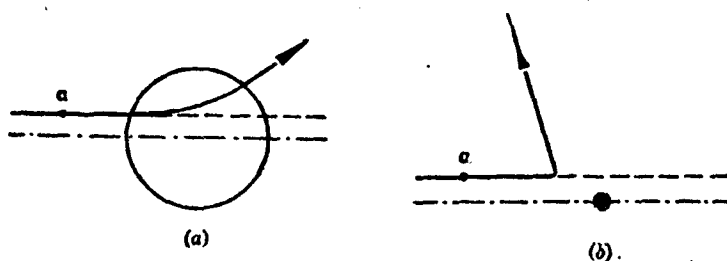


圖 24—4 (a) 湯姆生原子使 α -質點以小角度散射。

(b) 盧瑟福原子使 α -質點以大角度散射。

可是實驗的結果，和根據湯姆生的原子所計算出來的結果不能符合。特別是有許多 α -質點以大角度散射，這不是在計算中所能預料到的。盧瑟福因為要解釋這種大角度的散射，就作出以下的結論：陽電荷並不是散佈在一個原子線度的球體內(2 或 3×10^{-8} 厘米)，而是集中在一個很小的容積裏。這個容積的線度只有湯姆生原子線度的萬分之一，即 10^{-12} 厘米。他便稱它為**原子核**。當 α -質點與這樣線度的電荷接

近，整個電荷對於 α -質點施以推斥效應，這種作用，在它們間的距離達到極小的時候，仍能存在，因而，產生的偏向，就能夠很大了。圖 24—4(b) 表示一個 α -質點為一盧瑟福原子所偏轉。這個 α -質點的原來路線和圖中(a)所示的相同。

盧瑟福又假設 α -質點（它自己也是一個原子核）和一個線度小於 10^{-12} 厘米的原子核間的力是依據反平方定律的。由此，他計算在任何一个角度內，應當有多少質點散射出來。在實驗的準確度內，計算和實驗的結果完全符合。所以我們可以說，這個實驗證實了庫侖定律在點荷間是正確的，並且同時還量度了原子核的大小。

認真學習物理學的學生們應當閱讀盧瑟福所發表關於這些研究的報告。這篇文章是在1911年“哲學雜誌”(Philosophical Magazine)21卷第 669 頁登載的。

24—6 單位制 讀者當可回憶，若是我們把牛頓第二定律 ($F = kma$) 中的力、質量和加速度的單位加以選擇，使其比例恆量 k 等於1，那末力學中許多公式都可以寫得更簡單了。這個比例恆量 k ，本來在許多公式中必定要出現的，可是這樣一來就可把它刪掉。若是我們對於庫侖定律，也採取同樣的步驟，即選擇力、距離和電量的單位，使 k 等於1，那末電磁學裏有些方程式，也可以同樣的簡單化。

在電磁學中，有些普通的單位制是由這樣方法建立的。但是，還有些別的單位制，其中的力、距離和電荷量不是由庫侖定律導出的。所以比例恆量不等於 1，並且必然要把它引入所有由這個定律推演出來的方程式裏去。

目前，電磁學中方程式的形式是在轉變之中，還沒有一致公認的符號或名詞。假如我們隨便選擇半打書本或論文來看，就知道每本書所用的符號都不同。每一種符號都有它們的優點。在這本書裏，不論我們採用怎樣一種單位制，讀者一定會在別的高深書本或參考材料裏，遇見別的單位制。

在過去許多年中，靜電學中的方程式都用靜電單位制，而關於磁現象的方程式那就採用電磁單位制。在這兩種單位制中，同量單位的量值並不一樣。例如，以電磁單位所表示的電量是 3×10^{10} 倍於靜電單位。再進一步看，實用制單位例如習見的伏特、安培和歐姆又和上面所說的兩種單位制都不同，所以在這樣情形之下，習慣上已成為三制並用，而且還得應用由某一制單位換為另一制單位的換算因數。

在靜電單位制和電磁單位制中，力學的單位都用厘米-克-秒制，即克、厘米、達因等等。在最近的不久以前，物理學者指出，若將大家所熟悉的實用單位制稍加修改，那末它就能變成一個很合宜的單位制；既能適合電學，又能適合磁學。在這種單位制中，我們不再採用厘米-克-秒制，而須採用米-仟克-秒制，即仟克、米、牛頓等等。這個單位制，不論用何方式表示，終久要受到全世界普遍的採用，這是毫無疑問的。因此，在這本書裏，我們就採用這一種單位制。設若物理學方程式所應具的確定形式都為大家所一致公認了，那末我們還得大膽地說，這些方程式和我們的方程式縱有不同的地方，也只在各量所取的符號或名詞上，或者只是在因數 4π 出現的場合。

雖然靜電單位制只是偶爾要用着它的，但是我們對它仍須有相當的熟識；因為有許多現行的課本、雜誌和參考表等都用到這個單位制的。在靜電單位制中，力用達因表示，距離用厘米表示，而電量所取單位的大小是這樣選擇的：就是使庫倫定律中的比例恆量 k 等於 1。若 $k=1$ ，這個定律就確定了這個單位制中單位電荷的定義。這個單位電荷稱為靜電庫倫。“靜電”二字是為了指明各量都用靜電單位表示的。由上所述，一靜電庫倫的定義，是一個電荷以一達因的力推斥另一等量而同號的電荷，這兩個電荷相距一厘米，並且它們的線度是遠小於一厘米的。庫倫定律可以簡單的寫為

$$F = \frac{qq'}{r^2}. \quad (24-3)$$

在米-仟克-秒單位制中，力用牛頓表示，距離用米表示。電量的定