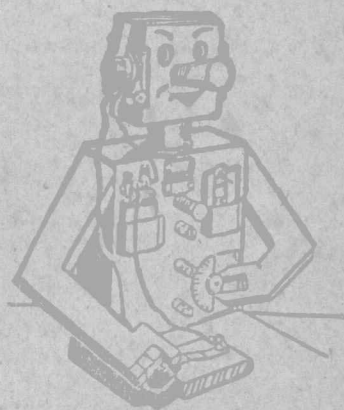


無線電實驗

吳嘉城編著
潘人庸校訂

無線電社出版

三 版



少年無線電實驗

一九四六年十二月初版

一九五一年十一月三版

編著者 吳嘉城

校訂者 潘人庸

發行者 高雪輝

出版者 新華無線電社

上海郵箱四〇三一號

每册售價 ¥4,000.00

少年無線電實驗

吳嘉城 編著
潘人庸 校訂

新華無線電社出版

上海郵箱四零三一號

1 9 5 1

寫在「少年無線電實驗」之前

潘人庸

記得好多年以前在一位朋友家里發現這本小書的原文，雖然祇是約略地看一遍，已覺得興味很好，當時就想把它譯出來，介紹給我們愛好科學的少年朋友，可是爲了戰爭以及人事的繁忙，沒有實現。直到勝利後在上海虹口的舊書攤上，又意外的買到了這本書的日文譯本，喜出望外，急請老友吳嘉城兄把它編譯過來，由我擔任校訂，細讀之下，覺得有幾個特點值得提出來介紹一下——

（一）書中用的材料非常簡單，都是很普通的另件，容易辦到，價錢亦不致太貴，適宜一般少年朋友的經濟條件。

（二）雖然用這些簡單的材料，然而所能翻出來的花樣倒不少，達七八十種實驗之多，舉凡電碼練習器，礦石收音機，一燈收音機，發射機，放大器……等，所謂「麻雀雖小，五臟具全」並不過譽。

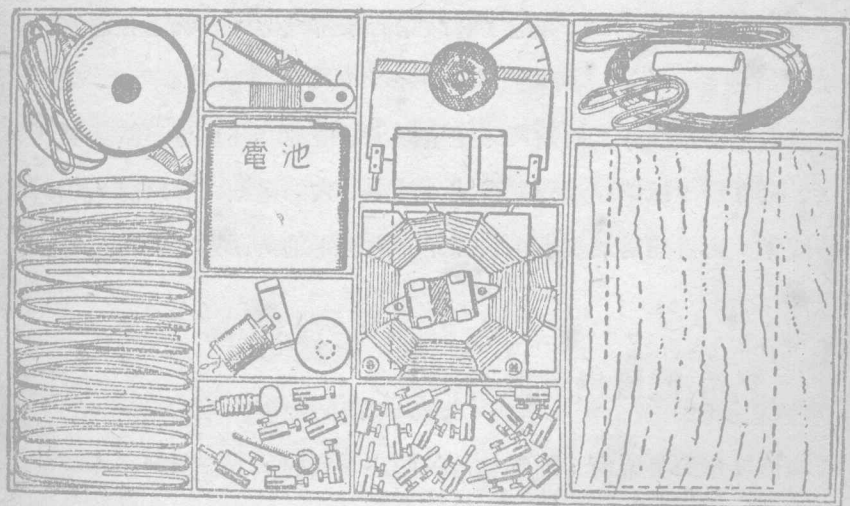
（三）各個實驗，由淺漸深，由簡漸繁，一脈相傳，可說一氣呵成的，這些實驗，做來很有興趣，如在玩玩具，但其中含蓄的暗示力量很强，它在你不知不覺中，告訴你關於電以及無線電的一些基本的智識。

（四）這本書很適宜五六年級以及初中相當程度的小朋友閱讀，讀而不做，亦有益處，最好集合二三個小朋友成一實驗小組，有不懂的地方，問問老師，則可以更省錢，更有趣，影響亦更大了。

（五）本書除了一二次，要用一電鈴變壓器試一試交流電外，其他都用乾電池，毫無觸電的意外危險，這點在初步少年朋友非常必要。並適合無市電地方的讀者。

近年來科學普及運動的呼聲已響徹各方，在政府的大力支持下，已不再是一句口號，而已成為實際的行動。我們希望這本書能夠成為這一運動中的一份小小禮物。送給愛好科學的少年朋友們，科學的知識要通俗化，大衆化，科學的方法要實用化，生產化。是的，要達到這些願望，必先在全國佈下無數的小實驗室，無論屬於學校的、團體的或個人的，更不管在一隻破桌子上，或者在小欄樓中，睡着鼻涕，凍紅着手，世界上有不少科學家在這樣的情況之下開其生活之端，後來對於祖國對於人類，盡了最偉大的貢獻。至少亦不失為一個科學的細胞作用。

當然，科學的領域是非常廣大的，從事任何一門科學，都有它遠大的前途和替人民服務的機會。各人可以參照自己的興趣與所處環境再加上客觀需要的情況，選擇適當的對象，然後有恆心地按步前進。這本書所提供的僅是千百門中的一門——無線電科學罷了。



圖一：少年無線電實驗庫

1. 先從電池講起

關於電池，似乎不必多加說明，我們在日常生活中，不是常常用到手電筒嗎？其中所藏的就是乾電池。乾電池能供給電流，使小電燈泡發光。



圖二：普通乾電池（內由三節小電池連成）

不過，電池的外形雖是常見的，但是，試問能否看見貯藏於電池中的電流呢？恐怕誰都沒有看見過吧？那末，我們究竟用什麼方法來探知電池中有電流存在呢？現在有一個最簡單的辦法：把電池的兩端金屬片（就是電池的兩極，倘電池是圓筒形的，則一極是中間銅帽，一極是筒邊鋅皮，）用我們的舌頭舐起來，換一句明白

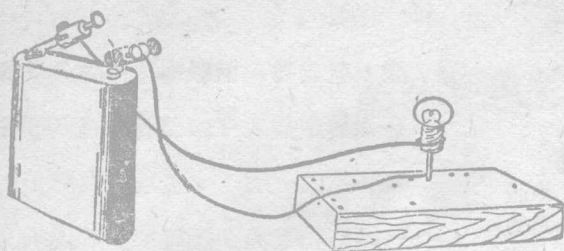
的話說，就是用舌頭去觸觸電池的兩極，舌頭上就覺到一種刺激的味道了，好像吃了有酸味的東西一樣，這就是有電流的證明。

實際上，上面所說的用舌頭來檢查出電流的存在，是一個很笨拙的方法，祇可用來試試小型的乾電池，試驗較大的電池就有危險，因為人體的感覺，以舌頭為最靈敏，倘然用手去觸電池的兩極，就覺不着什麼刺激。

2. 電流也可以看得見

我們日用的手電筒，前端總是一個小電燈泡，（普通稱為小電珠），這小電珠亦可以檢出電流的存在。我們試想像有一樣東西（確切說來

實在有這樣東西，這東西就叫電子），從電池裏流出來，流過小電珠



中的蕊子，（普通稱爲燈絲 Filament）就使蕊子發熱，因發熱而發出光亮來。這流過的東西，就是電流了。

圖三：小電珠的發光證明電流存在

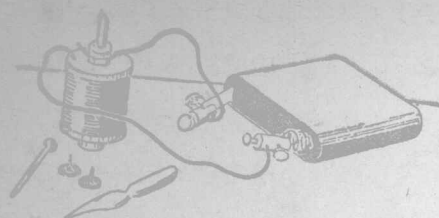
要作這個試驗，可

預備兩樣東西——一個電池和一個小電珠，裝成像附圖三所示一樣。因爲用手來拿住小電珠是太麻煩了，所以將它插在適當的木板或座子上。再用兩根電線，（只要是導電的金屬線就好，）使一根電線的一端縛住小電珠的螺紋上，其他一根電線的一端和小電珠的尾部（通常是白色的）相連；於是使兩根電線的另外兩端和電池的兩極去接觸，當電線和電池兩極接牢時，小電珠就發亮了，電線一和電極分離，小電珠馬上熄滅。倘使一根電線和電極相連而其他一根不相連，則小電珠也不會亮的。由此可以想見，電線好比橋樑，電流從一根電線出門，通過小電珠的燈絲，再從另一根電線回來，這樣就循環不息地流動，倘若電線一拆下，正如橋樑一斷，電流通不過去，小電珠也就黯然無光了。

3. 電流也有力量的

像上節所說，電流可以「點燈」，然而不但如此，電流還可以「舉物」呢，試作下面一個實驗。

用電線（最好是漆包線，或絲包線或紗包綫，粗細不論）繞在一個



圖四：用電流吸動小物體
來證明電有力量的

中心空的管上（此管可用紙板捲成，直徑 $1/4$ 吋），圈數愈多愈好，這樣，就成爲一個線圈（Coil），再在線圈中插入一根鐵棒（或用多根鐵絲扎成一束）。於是，將線圈的一頭使和電池一極接牢，線圈的另一頭使和電池的另一極時接時斷，這樣，電流就在線圈中一忽兒通過，一忽兒斷去，當電流在線圈中流過的時候，就促使線圈中鐵棒磁化（就是發生磁力），能夠吸引小形鐵製物品——如針子鋼筆尖圖畫釘等等。線圈中的電線如果斷去，那末磁化也就停止，鐵棒就不會吸物了。

倘要玩玩的話，可使線圈提高離桌面半吋左右，將圖釘等小形鐵製物品放在桌上，然後使電流時通時斷，圖釘等物就一回兒被吸，一回兒放下，好像跳舞一樣。請不要看輕這種跳舞現象，許多重要的發明，都從這些小事上衍生出來的呢？我們最所熟知的電鈴，它的原理也和這一樣。

線圈中的鐵棒，當線圈通過電流時，就變成磁石一樣，我們就稱它爲電磁鐵。因爲電流一去，磁鐵的性質也就失去。

倘要玩玩的話，可使線圈提高離桌面半吋左右，將圖釘等小形鐵製物品放在桌上，然後使電流時通時斷，圖釘等物就一回兒被吸，一回兒放下，好像跳舞一樣。請不要看輕這種跳舞現象，許多重要的發明，都從這些小事上衍生出來的呢？我們最所熟知的電鈴，它的原理也和這一樣。

線圈中的鐵棒，當線圈通過電流時，就變成磁石一樣，我們就稱它爲電磁鐵。因爲電流一去，磁鐵的性質也就失去。

4. 電流也可聽得見

最初，我們用舌來覺察電流，其次，我們看到電流會發光，最後，我們使電流舉起東西，現在，我們要聽聽電流的聲音了。要做這個實驗，也很簡單。做一小罐，內有一小薄鐵片，於是將上節所製成之電磁鐵線圈移近小罐，另一手使

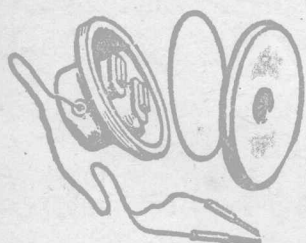


圖五：電流亦可以聽的

線圈通過電流，用耳湊上去聽，就可聽到淅淅瀝瀝的聲音，這就是電流行動的明證。其原因，乃在電磁鐵將罐中小薄鐵片吸引生振動，遂而發出聲音來。

5. 聽筒

倘要詳細研究上一節的原理，可取一個聽筒來檢查一下。試將聽筒的蓋旋下，就見有一個圓而薄的鐵片在裏面，這鐵片就稱做振動板。振動板下放有一或二個磁極，將振動板吸引着，這磁鐵乃用鋼所製成，而且是永久磁鐵。（就是說，不用線圈通電流，也會有磁性的東西，）又見每個磁鐵腳上繞有一個線圈，這線圈也作通電流之用。當將線圈接上電池（即通過電流時），磁鐵的強度，就相應電流的大小而變化，因此，吸引振動板的力量也時強時弱。振動板既有振動，遂發出聲音來。在

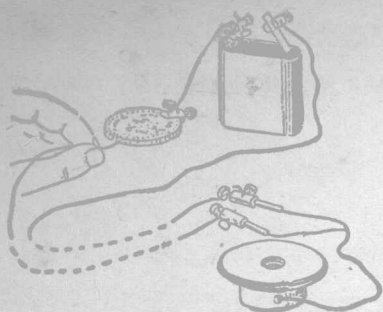


圖六●聽筒的內容

最初接上電流時，我們可以聽到淅瀝一聲，其後就沒有了，原因在於電池中之電流，既有相等強度，一接通之後，自不會再刺激振動板，故寂然無聲，直等到將電流切斷，才又聽到淅瀝之聲，因為振動板受電流的吸引力除去，遂回復原狀了。

6. 電話

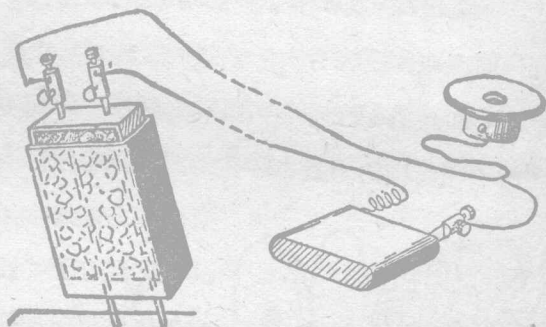
試將聽筒放到隔壁個房間去，用兩根電線接到本屋內，通過電流時（即接上電池），那屋內的聽筒中仍可聽到淅瀝之聲。如果像圖七一樣



，在電池和聽筒之間用一個銀幣來間隔，再將電線的一端在銀幣邊上磨擦，則那屋內所聽到的聲音，就是斷斷續續的淅淅瀝瀝聲音了。從這個實驗，可以知道電流是無遠不到的，祇要用電線通着就是，而且它的作用，近的地方和較遠的地方都是一樣的。（注意：圖中虛線，就是表示隔開相當距離的意思）

7. 將聲音送到遠方

我們耳朵中所以會有聲音的感覺，乃是由一樣外界的物體在振動着的緣故，它促使我們耳膜作同樣的振動。於是聽神經就覺到這是什麼聲音了。例如拉奏提琴（Violèn）時，在



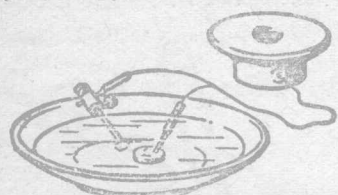
上面的弦就振動了（拉胡琴也是一樣），吹奏口琴時，口琴中的簧舌也振動了。這種振動，傳到我們耳朵裏，使耳膜也作一樣的振動。我們就聽得出聲音來了。至於為什麼胡琴的聲音不同於口琴的聲音呢？這是因為兩者的振動次數不同（專門地說來，是“週率”不同）的緣故。

用火柴匣盛滿炭粒（可用乾電池中的炭精棒銼成粒狀）後，插入二根粗銅絲，即成一話筒，再將此話筒與電池及聽筒接成串連（即替入上圖之銀幣地位）若向火柴匣說話，則由匣壳的振動，影響炭粒的鬆緊，轉而控制通過話筒（火柴匣）電流的大小，於是此相應於聲音的變動電流

，就傳到聽筒上去，聽起來，兩者無毫差別。這就是電話的原理。如使電線加長，將聽筒放到另一房間去，所得結果，也是一樣。

8. 水電池

聽筒中所需要的電流，比較小電珠中所需要的電流小得多了，所以要檢驗是否有電流的存在，最好的辦法是用聽筒。現在我們就來作一個小小的試驗，以檢查自然界中所存在的天然電流。我們知道，電池是用二種極適宜的金屬，放在酸或鹽的溶液中而成。（專門地說來，電流實在是一種化學變化的現象）那末，試問如用餐刀和銀匙，銀質物和銅質物或釘與銅質物放在酸或鹽溶液中是否也能產生電流呢？在食鹽水中投入一個鐵釘和一個銅質物（例如銅元），將鐵釘與聽筒的一端相連，再



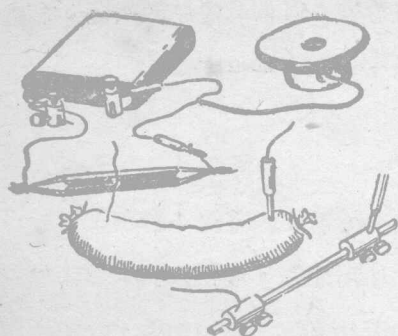
圖九：水電池的實驗

使聽筒的另一端去磨擦銅質物，則聽筒中就可以聽到雜雜的聲音，由此可知，其中也有電流發生。這樣的電池——銅片鐵釘和鹽水所組成——其電流雖弱至

不能點燈，但是有電流存在，倒是確實無疑的。

9. 導體與非導體

電流可以在銅絲中非常圓滑地通過，在鐵絲中通過情形就稍差一些，至於蠟燭，則完全不能通過了。世界上，可以通過電流的東西很多，不能通過電流的東西也很多。我們也可以用聽筒來試驗。其裝置情形如附圖所示。試就手邊物品加以檢驗——新鮮的水菓、乾蠶絲、濕蠶絲、



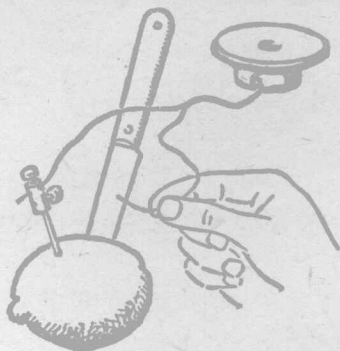
圖十：這些東西都能够過電流嗎？

自來火梗、鉛筆蕊、鋼筆桿等等。

凡是通電流的東西，我們稱它為導體，反之，不可以通電流的東西，稱為絕緣體，大概說來，金屬物都是導體，其中以銀的導電情形為最好，銅次之，但因銀的價格貴，所以都用銅來做導線。

10. 檸檬電池

有一個有趣的電池就是檸檬電池，在檸檬上插入不同種類的二樣金屬，（例如刀及擦亮的銅絲），立刻使聽筒的兩端接上，則可在聽筒中聽到電流流過的聲音。



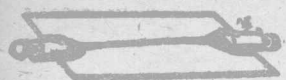
11. 鉛筆描成的線痕也

可通電流

在第九項試驗，鉛筆蕊的通電情形頗為良好，因為鉛筆蕊的成分主要是石墨，石墨是能通電流的。因此用鉛筆描成的短線痕，也可以通過電流。

圖十一：有趣的檸檬電池

線痕須畫在白紙上，往來重覆多次，尤其在線痕兩端，必須塗了又



圖十二：鉛筆的痕跡上亦可通電

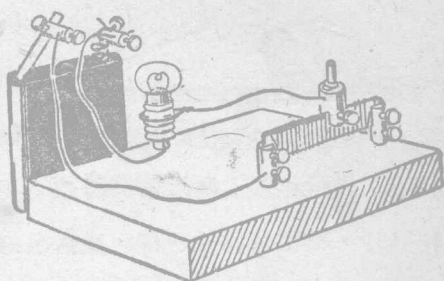
來源就基於此。

塗，使十分濃黑。於是接上電池和聽筒，就可檢出電流的流過情形。但是，這線痕對於電流的通過情形頗為不良，顯然具有很大的阻力樣子。其後，吾人所製出的高電阻物品

12. 可變的電阻

用具有阻力的電線（可用電熨斗及舊電爐絲或細鐵絲），可繞製成一個電阻。電流通過這阻力器，力量就被減弱。試作如圖十三所示的試驗，就易於明白了。

電池的一端與阻力器的一端相接，電池的另一端與小電珠的尾部相接，小電珠的螺紋上縛着電線，這電線的他一端裝一夾子，使可夾在阻力器上。將夾子在阻力器上往來移動，則小電珠也就時亮時暗。在阻力大時，小電珠就暗，阻力小時，小電珠就亮，如除去這阻力器，則小電珠的光亮程度，就比加有電阻時為亮。



圖十三：夾釘右移，則電阻增大，電珠光暗，左移則相反。

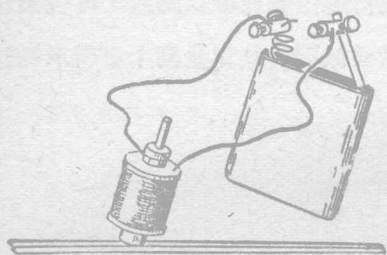
13. 線圈也有阻力

要作這個試驗，可在上一個試驗中將阻力器調用一個線圈。先注意

未加線圈時小電珠的光亮程度，再看加了線圈後的光亮程度，相互比較，在後一個情形，就比前一個情形爲暗，由此可知，線圈也有阻力的。不過它的阻力較小罷了。

14. 針與電磁鐵

使兩枚針平放，用在第三項所製成的電磁鐵在針上由左至右按壓，（電磁鐵與針不接觸也無妨，惟兩者距離應極近），這樣往來廿餘回，



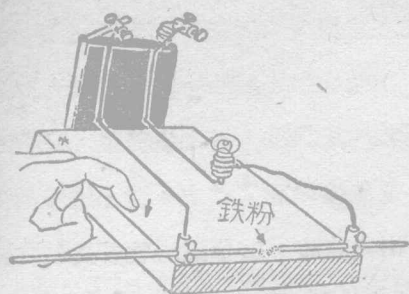
圖十四：怎樣使針子磁化

兩枚針就被磁化而變成磁鋼了。這兩枚針就互相分離，直到一針的針頭與另一針的針尾相接爲至，好像有人撥開它一樣。這是因爲針被磁化之後，就生兩個磁極（針頭針尾各一極，磁極的性質不同，）而磁的性質是同性

相斥，異性相吸，所以兩個針頭碰在一起，就互相推拒。當針頭與針尾相接時，就像兩姊妹一樣，感情很好，互相不肯分開。

15. 鐵屑之橋

用兩枚針，固定於兩個接線柱上，使兩針相距約二公厘（mm 約一個鉛字的距離），在這個間隙中，放入相當鐵屑。（或鐵粉，可用銼刀在鐵上銼下，）於是通過電流，小電珠仍然會亮，雖則，小電珠所發的光極爲微弱，甚至祇有一些微紅而已；因爲鐵屑間具有阻力，然而，有電流通過，總是實在的。倘將此實驗木板用手輕敲，則鐵屑漸漸離去



圖十五：電流能否通過鐵粉？

，因而中間阻力愈增，電流通過更弱，小電珠遂亦愈暗，直至最後，小電珠完全熄滅了。

16. 無線電是什麼？

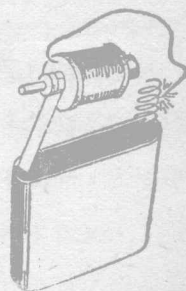
電池的一極，使與電磁鐵線圈

連接，線圈的另一端與電池的另一

極時接時斷，在忽斷的一瞬間，其間就飛出一個火花。此種火花，倘移到「鐵屑之橋」近旁發生，則就有奇妙的事出現了。原來火花飛與不飛，對於小電珠的光亮大有關係。火花一飛，小電珠就比較不飛時為亮。雖則，火花飛出的裝置，和小電珠的裝置，兩者並無任何連接，這真是奇妙的事情。

這個實驗，就是無線電的根本原理。我們可以說：發生火花的裝置是一個無線電發射機，「鐵屑之橋」的裝置是一個無線電接收機。

那末，這究竟是什麼道理呢？原來，當這個發射機飛出火花的時候，就在自身週圍產生一種極微妙的振動，（即是產生了電波）此種振動（亦即電波），對於「鐵屑之橋」的阻力發生影響。

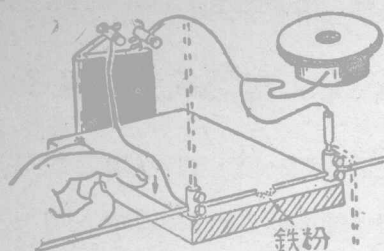


圖十六：產生電波最簡單的方法，就是一個火花。

17. 無線電的收音

上面一個實驗，我們用小電珠來使用眼睛可以看見，然而普通無線

電，則並不是用來看，（雖則，現在無線電的進展，已到可以看的程度，就是無線電視，然而尚未普遍。）而是用來聽的。本實驗就在製一個



圖十七：原始的無線電收音機

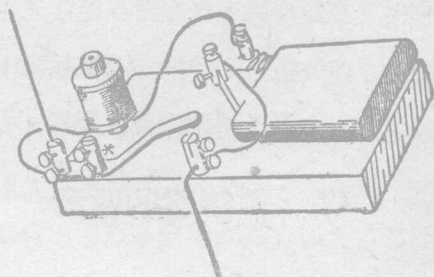
個聽的無線電，這也很簡單，只要把小電珠換以聽筒就成。當上述發射機飛出火花時，這個鐵屑收音機就會聽到“咯咯”一聲。固然，發射機和收音機兩者間仍無任何接線的存在。

如果輕敲這個收音機的板，那末鐵屑就漸漸離去，使兩針間接觸減少，但是收音機對於火花的感應，仍不會減低，因為聽筒中雖有極弱的電流通過，也會發生作用的。

18. 簡單的火花發射機

每一次的火花，都發出一個電波，每一個電波，都促使收音機發生作用。於是我們可以設計一個火花發射機來試試。把全部機械都裝在一塊小板上，如圖十八所示一樣。電他必須用較好的（此點比在收音機也要緊），又須用數個電線接頭以連接電線，小板上再裝一個電鍵（如圖中之長條，利用其彈簧之作用）

。當電鍵按下時（即圖中之長條和接頭接觸時），電流即從電池出來，通過電鍵（彈簧）而到綽圈上，將彈簧一放則彈簧上就有一個小小火花產生，亦即就有電



圖十八：原始的無線電發射機

波發射出去了。

其所發射出來的電波，可用前述的鐵屑收音機檢出。如將兩者放置相近的地方，則發射機的火花一產生，在收音機的聽筒中就可聽到“咯咯”一聲。

19. 發射天線和收音天線

如在發射機上裝上長達一公尺（Meter）的電線，那末能夠傳達到收音機的距離，就可由一公尺增到四公尺。這種電線可用直而粗的銅絲來製成。這電線就稱曰天線（Antenna）。

我們知道，事實上的廣播電台的天線，是用兩座塔高高地撐起來的，但在我們這個發射機，因為僅用一公尺長的天線，所以不用高塔也不要緊。同樣，如再接一根電線拖下來埋到地中（Ground），則效果也會增進。這天線地線在發射機和收音機都須裝置。這樣一來，發射機的電鍵按下時，本身可以不會聽到聲音，而在數公尺之外，收音機的聽筒中却可以收到了。

20. 波動的理論

用一種相當的器械，可使遠距離互相發生作用，這是一件多麼神秘的事啊！為探求這個神祕的事實，就必須對「電波」作相當的理解。那末「電波」是什麼呢？可先從水波說起。我們如在湖傍投一石到湖中，就見一圈圈的水紋向四週蕩開去。為簡單起見，可用一隻面盆盛滿以水，在水面上用毛巾濡濕後絞之，就有水滴一點一點滴下來，每一個水滴