

譯者序

費了幾個月的課餘的閒暇，居然把這本小書譯完了；雖然在我個人也並不是沒有費了相當的精力和時間，但是它能夠和全國的愛好科學的小朋友們見了面，那麼在我已經是足可以抵償所費的精神了。

這本書的原著者艾思博（Eugene Aisberg）是一個俄國人，一九〇五年九月十日生於奧得薩（Odessa）；一九二五年到法國巴黎，曾主編關於無線電和電視的雜誌，歐洲的第一種關於電視的雜誌，和法國電視學會都是他創立的。他的這本無線電講話原名是「我到底明白無線電了」（Fine Mi Kompredas Ia Ruchion）。

這本書寫成的年代是有點早，但是因為它的內容祇是就無線電的原理上加以解釋，所以這一點對於它本身的價值是絕無損害的。近幾年來在無線電上的進步固然是一日千里，然而祇是

在一些瑣細的小節目上有進步，像真空管的製造上的改良等等；但是所應用的基本原理，卻仍舊和以前一樣，沒有很大的變化。一個人若對於基本的原理能夠澈底明瞭了，那麼一切新的花樣自然很容易的就會明白的。

對於一般中學裏的愛好科學的小朋友們，這是一本極好的課外讀物；因為它所講的不但是一種科學，而且是一種極有趣味極有用處的科學；一般喜歡科學的小朋友們若是能夠像書中的愛智兒那樣愛好無線電，那麼將來在國防上也是一批有力的人材，因為在現代的戰爭裏，信息的交通也是非常要緊的。

這本書之所以能譯完，我不能不感謝蔡方選先生。全書在譯完之後，蒙他熱心的替我把這譯稿同原書仔細的對照過一次，給我改正了許多不小心的錯誤，這是應當在這裏特別聲明的。還有我的小姪子培新，他因為讀完我所譯的頭六段漫談就開始學起無線電來，時常催我趕快譯完。這在這本書的完成上也多少是有些力量的。

最後，我希望諸位小朋友看完這本書以後，不僅能夠得到無線電的智識，而且能夠得到愛智

兒那樣好學的精神，對於一切學問都不畏難的幹下去，那樣將來對於我們的國家和我們的社會，纔能够有所貢獻。

一九三六年十月一日

讀者序

原著者序言

一九二六年寫的一本書，直到了一九三三年纔來寫序文，作者自身也的確要有些奇異之感了……它在當時是用世界語寫出，以分段的「漫談」形式連續登載在從前出版的很美麗的國際無線電雜誌（那是我在哥萊（Picture Court）博士指導之下編的）上面。

那一個美麗的刊物到了後來，倒不是因為缺少定戶（那是世界語雜誌的通常命運），卻是因為缺少合作的人而停刊了！在國際無線電上便祇登了八段漫談。但是那時我的好朋友布拉格（Prague）的金滋（Otto Ginz），已開始把這些漫談用捷克文發表在當地的無線電雜誌上面了。無論我情願也罷，不情願也罷，受到了金滋許多催促我的信的鼓舞，我就不得不把我的工作完成了。我若是沒有這位捷克朋友不斷的提撕，照我平常那樣偷懶下去，無疑的我是永遠不曾作完成我的那些漫談的。

後來這些文章在捷克文中輯印成書，隨後在葡萄牙文、保加利亞文、羅馬尼亞文、法蘭西文、意大利文、德意志文、斯羅伐文、愛沙尼亞文、俄羅斯文、匈牙利文與希臘文中都有了美麗的譯本；在法譯本中由能幹的插圖家亨利·蓋拉（Henri Guille）加上了許多有趣的頁邊插圖，後出的許多別種語言的譯本，也都把這些圖複製進去了。

這本書得到意外的成功，完全是我未料想得到的。現在在法文中已經達到十一版，在德文中數目也相等。這成功最主要的是給世界語作了一個有力的憑據。它首先證明了我們的語言能夠用來寫學術書，至少是可以同用各國的國語所寫的一般好。其次由於世界語，這本書總能夠譯成十二國的文字；這又顯明的表示出柴門霍夫（世界語的創造者）的語言是多麼有力量的一種國際工具！

現在藉文學世界發行所（它已經替我們的運動盡了那麼許多力量）之力，這本書是將要出現於現代的世界語學者之前了。我承認，沒有一本國語的本子，能像這個國際語的本子使我那樣高興。

八年以來在無線電上已經有了許多的變化。但是在我的書中卻沒有加以改動。它本來祇是在討論一些基本的原理，而這原理是永遠不變的。

這本著作的目的並不是要把那如何製造收音機的方法教給讀者，我之所以寫這本書，乃是爲了說明各樣無線電上的工具。一個人生於現代，若根本忽略了無線電的原理，即使他並不特別從事於這一方面，也是一樣不可原諒的事。無線電國土裏的大概情形在這本書中已經都說到了，那是非常有趣的國土。若是只爲了看它的大致如何，是無需乎用一些繁重的數學的。

我採取了舊日的一趣味引導」的教育方式，因此用對話體以求使這本著作有生動的形式。此外，我是假定讀者是完全不懂得電學的，所以我得讓出地方來講一講一般電學理論的基本原則，我講到的祇是那些最要緊的，可是已經够使人明瞭無線電了。

至於所講的題目的次序，我完全不去仿效那些關於無線電的讀本的舊例，並不是我必定得自創一格，而是因爲在使讀者容易了解上着想。

一切陳舊的不必要的東西我都沒有寫進去。在全書裏我全都是應用的最新的科學理論。把

科學通俗化也決不是寫一大篇題外閑文就可了事的啊！

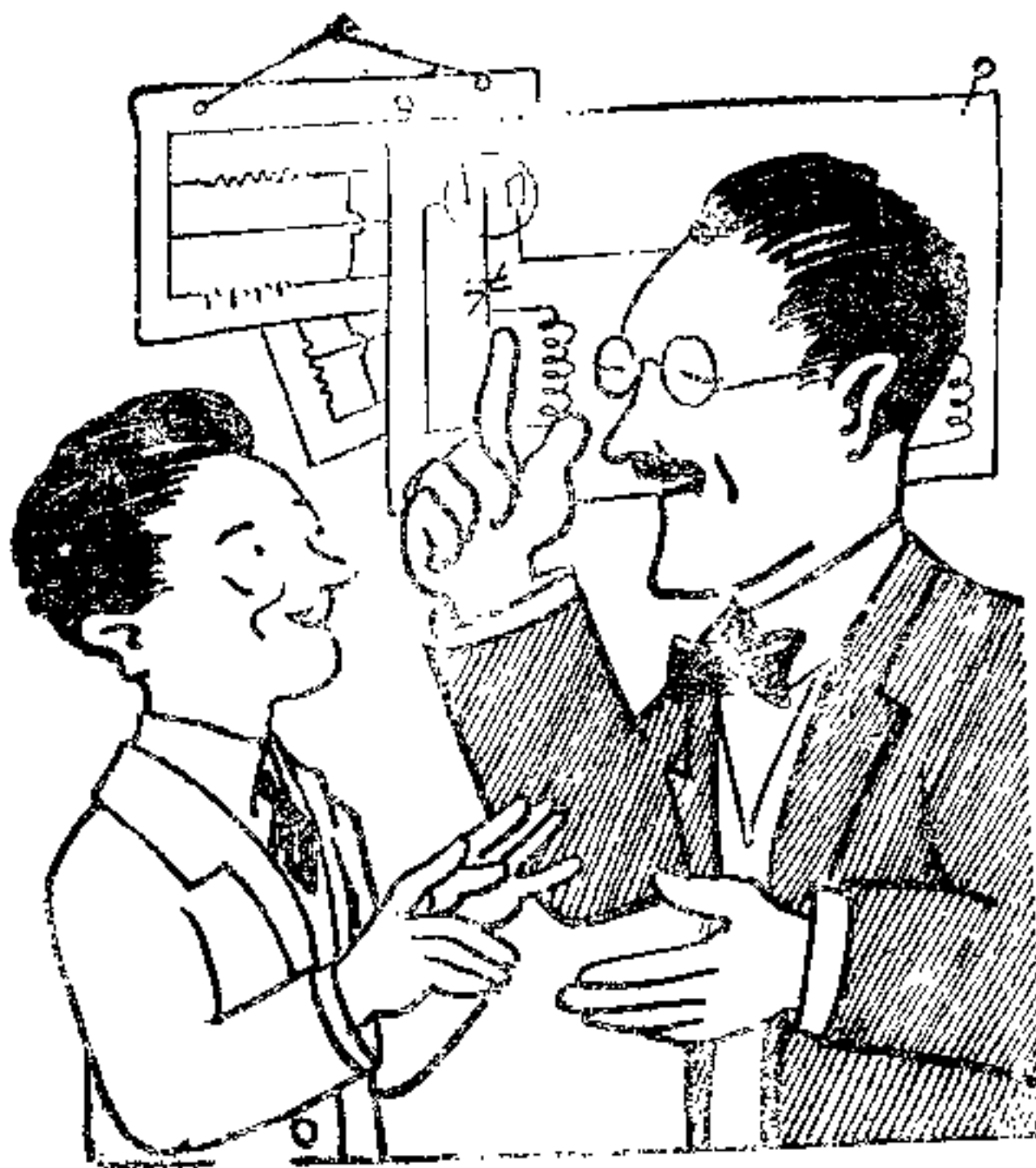
我不能不在這序文終結以前勸告讀者們一件嚴重事情：這本書表面上看來好像是一個有趣的故事故，但是你們卻不可把它當作平常的故事讀；假若你們那樣作，不久你們就受到對於下一章不懂得的懲罰了。要留心的讀，慢慢的讀。若是前面還不十分明白就不要繼續往下讀。假若必需的話，就得把前面所讀過的幾章再讀一次。

如果你們肯這樣作一次，你們的工作的報酬將是一種最高的享受：智識的享受。——這正是我所誠懇懇願望你們能得到的。

本書主角

愛智兒，是一個十五歲的少年，他的求智識的渴念是永遠不會滿足的。他差不多可以說沒有一點物理和化學上的智識，但是他是一個很伶俐的小孩。我們在讀這些漫談的時候，還有機會來同他好好的認識一下。

無線電家，是愛智兒的叔叔，年三十五歲，是一個無線電工程師。他有點兒好諷刺，但是很能嚴格自持，卻又不裝作道學先生的樣子。也許他有些太愛舒服了，可是從各方面說來都是一個非常合乎理想的好叔叔，這也正是作者滿心願意讀者每人都能有的導師。



1. Babilado

無線電講話

漫談一

愛智兒開始明白

在這第一段的漫談中，作者是用最通俗的話來把無線電的基本原理作一個概說。在這段很普通的概說後面，還接着有許多更詳細的漫談，把無線電的真相一步一步的來講明。

在下面的這段漫談中，讀者同時還可以找到許多關於現代電子學說的必需的知識，那對於瞭解無線電上是極有幫助的。

【愛智兒很誠實的回答】

愛智兒——叔叔，請你告訴我，沒有線的電話是怎麼一回事？

無線電家——啊，愛智兒，要把它說明白這話可太長了。而且關於電是什麼，你還一點也不知道。但是主要的情形大概是這樣：從地球的一個地點，我們有一條金屬線叫做天線；用了特別的裝置，在它上面可以產生出高頻率的交流電流。這種電流隨即便得周圍的以太發生振動；它用電磁波的形式播散出去。在另外一個地方我們有條接收用的天線，播送來的電波碰到上面就發生高頻率的電流，它底存在由一種特別的機械裝置可以發現。現在你明白了嗎？

愛智兒——沒有！

無線電家——我猜想你也不明白。我看，我必得把我的解釋說得更詳細一點。那麼……

【有趣味的遊戲】

愛智兒——我首先要知道的是，什麼是電流。

無線電家——在科學書裏，是把它解釋作電的輸送，但是……



愛智兒——但是我實在還不知道什麼是電！

無線電家——不錯不錯！告訴我，你知道什麼是原子嗎？

愛智兒——啊，是了！你已經對我講過它，原子是物質最小的單位。

無線電家——好！但是我還沒有對你說過，原子的本身是由幾個更小的單位所構成的。

愛智兒——對

不起，叔叔，你原先說

過，原子是不能再分

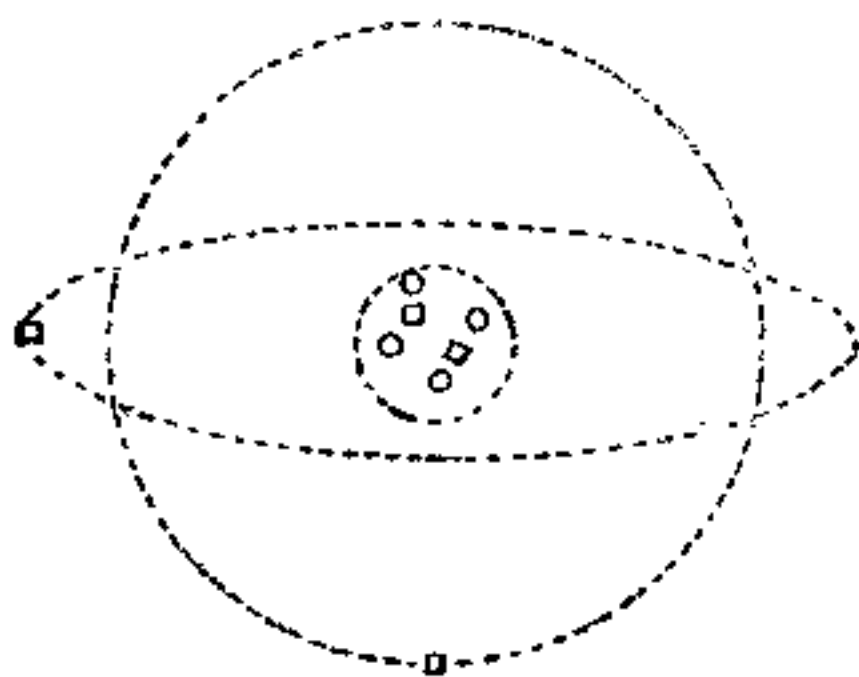
開來的，我也相信這

個，因為它是那麼樣

的渺小。

無線電家——

那是我的錯：以前我

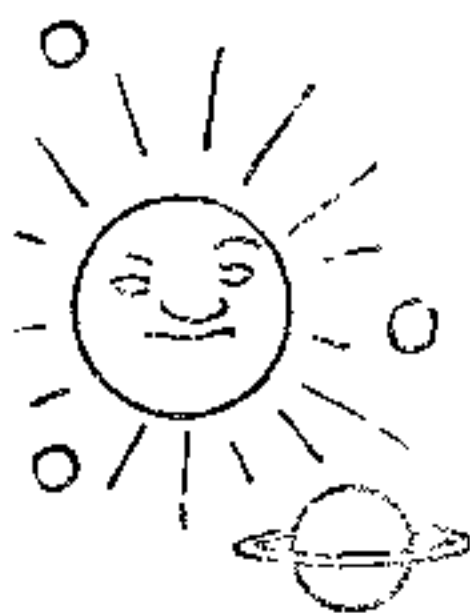


圖——這是原子的構造的大概。在它的中心是一羣質子和電子（圖中的四個小圓圈和兩個小方塊）。它們是原子的核心。在核心外面的是電子（外層的兩個小方塊），各以不同的距離繞着核心旋轉。它們的軌道是以點線來表示。

是不得已而說了點謊，因為那樣可以使你對於那件事情更為明瞭一些。以前人們都是這樣想，原子當然是非常渺小的了。例如一克的氫包涵着有六千萬萬萬萬萬（六下加上二十三個零）個原子。但是在幾年以前，著名的物理學家陸特福德（Rutherford, Sir Ernest, 1871-）證明了原子普通都是由一些較為更小的單位所組合成的；人們把它們叫作質子同電子。一個原子實在同我們的太陽系非常相像：中心有個太陽，周圍有許多行星圍繞着它轉。在原子的中心，代替了太陽的是質子同電子組成的一個團體，作成了原子的核心，原子核的外面是電子，以不同的距離圍繞着它轉。普通，電子和質子的數目是相等的（圖一）。

愛智兒——這也很像一個遊戲，那就是有一羣女孩子站在中心，周圍有同樣多的男孩子圍繞着她們跑，而且唱歌。

無線電家——好漂亮的比喻！更漂亮的是那些電子同質子的心理，也和男女孩子們的心理一樣。他們底傾向是跟着這一條規律：電子與質子互相吸引；但是電子不愛電子，卻推拒它們。同樣，質子也推拒質子。



愛智兒——奇怪！完全與我們傻的野孩子們一樣，都是喜歡向女孩子們做愛，並且時常互相競爭，很激烈的吵架。在野女孩子們中間，她們底競爭也並不減少……但是這些電子和質子們，大概是非常小的「一小份」吧？

無線電家——自然！電子的重量祇有一克的一萬萬萬萬萬萬萬分之八。在氫的原子中僅僅

電子的重量 = $\frac{1}{1836}$ 之一克

有一個質子，而圍繞着它轉的電子也祇有一個。但是在別的物质裏的原子，構造要更複雜一點。有

時會有好幾百個質子和電子呢。

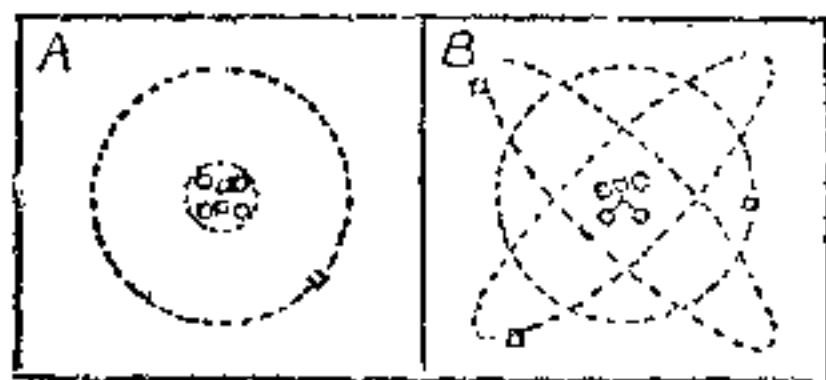
【活潑的電子】

愛智兒——然而我很想知道，這一切對於電有什麼關係？

無線電家——很簡單：電子是負電的單位。當着原子裏頭的電子和質子的數量相等的時候，我們說那個原子是中性的。若是質子的數目比電子多，那麼這個原子就是正的，或是叫它作陽性的，或陽電荷。若是電子的數目比質子多，這個原子就是負的，或是陰性，陰電荷（圖二）。

愛智兒——怎麼能够增加或是減少電子的數目呢？

無線電家——你看：在所有的原子中，都有些電子距離中心比別的電子距離中心遠得多；於是它們對於原子中心的質子核，也就



圖二——A圖中的原子是陽性的，因為它少一個電子。B圖中的原子是陰性的，因為在它裏面多出兩個電子。

沒有什麼力量來互相維繫。假若它們和另外一個原子相碰的時候，往往就被那另外一個原子當中的質子所吸引去了。

愛智兒——哈，多麼活潑的野孩子啊！

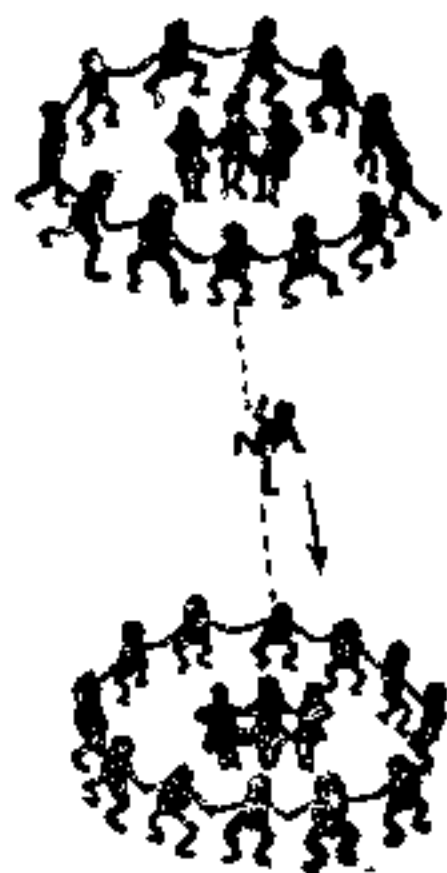
無線電家——是的，這些活潑的電子非常愛從這

個原子跑到另一個裏去。它們是原子系中的彗星。那麼你告訴我，若是一個中性原子的電子，跳到另外一個中性原子裏去，會發生什麼事？

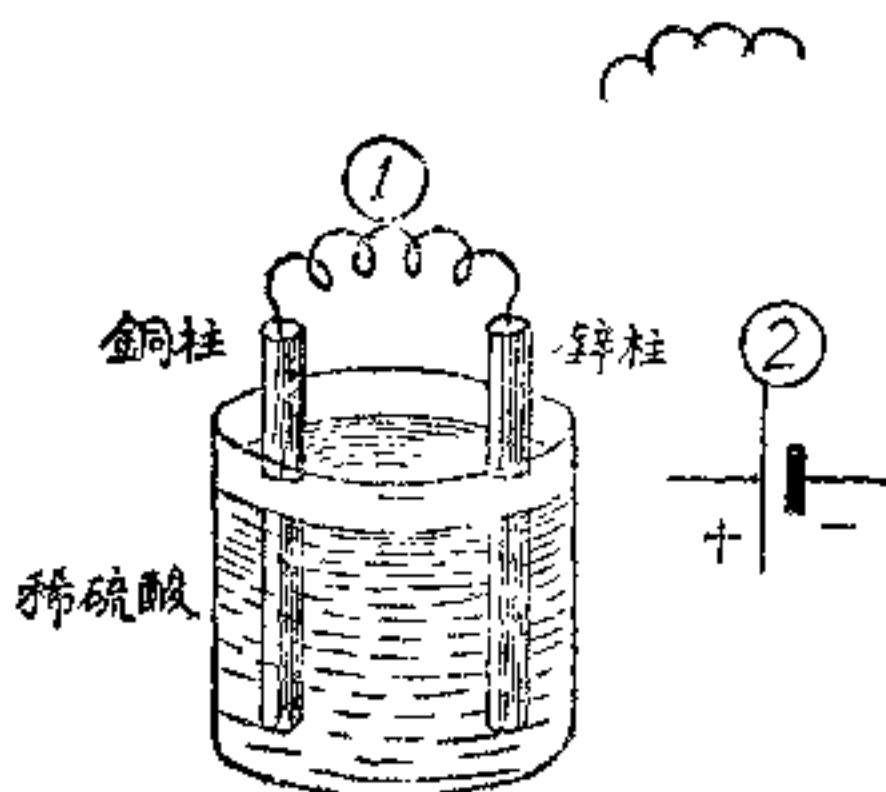
愛智兒——前一個變成正的，而後一個變成負的。

無線電家——我看你是明白了。現在你看着我作什麼。在這個玻璃杯裏是硫酸的溶液。我把兩根小棒——一根銅的和一根鋅的——放進去。這硫酸有從銅拿去一部分電子而把它們加到鋅上面的性質。

愛智兒——那麼，那銅棒變成正的而鋅棒變成負的了。



無線電家——現在我把這兩根棒的兩端，用金屬線連接起來（圖三）。這樣一來，那些從銅棒鄰近的金屬線上的中性原子裏頭跑出來的活潑的電子，就要跳進銅棒裏的陽性原子裏面，和



圖三——1 浸在硫酸裏的銅棒和鋅棒，作成的電池或電堆。在連接着兩根小棒的金屬線上，有自鋅棒流向銅棒的電子。電子的這種流動叫作電流。在2字底下是電池的符號，在無線電的圖案中就是如此畫。



它們相中和。但是那些失去了電子的原子隨着又變成陽性的了，於是又從別的原子里中拉過電子

來；於是這樣推演下去。這麼一來，電子就好像是沿着金屬線從鋅極流向銅極。這樣我們就叫他作電流。它當然由於從鋅極跑到銅極上面的負單位（電子）所組成的，但是當從前的人任意「選擇」電流的方向的時候，因為他們不知道電子，所以把電流的方向選擇錯了，一直到現在大家平常還是說，在我們所作的這個電池裏的電流是從銅極流向鋅極，就好像它是由正單位（質子）所組成的一樣。這當然是不正確的，但是這錯誤還不算十分嚴重，祇要我們會記得從前大家所公認的電流的方向是與電子的自然流動方向正相反的。

愛智兒——現在我明白了，這就好像有許多遊戲的團體；在第一團裏缺少幾個孩子，而在最後一團中多出幾個孩子。於是從第二團中出來幾個孩子走到第一團裏去補足；但是這麼一來第二團的本身又不完全了，於是又從第三團中出來幾個孩子到第二團裏；這樣推演下去，到了最後的一團，有幾個多餘的孩子，於是就把倒數第二團來補足了。那麼現在一切都完畢了嗎？

無線電家——沒有沒有！你不要忘記了，酸能繼續使銅極成爲陽性，鋅極成爲陰性；這種裝置叫作電池，能够永久的發生電流。

愛智兒——那麼電流的作用是够複雜的，大概電流是不快吧。

無線電家——正相反！電流傳遞得非常之快。

【被消滅了的虛空】

愛智兒——親愛的叔叔，你在開頭對我講解的時候，你會對我說過一種交流電流……

無線電家——假若一種電流按週期改變它的方向，就是電子來回的方向，我們就把它叫作交流電流。在電子這一來回的期間，就是交流電的「一週期」，每秒鐘的週期數目，就是它的頻率。

愛智兒——是了……你剛纔曾說到過高頻率的電流。

無線電家——那是我們對於頻率每秒超過一萬週期的交流電流的名稱。在無線電裏所用的電流，差不多都在從一萬到十萬萬之間。它們在以太中產生出……

愛智兒——……可是什麼是以太？



無線電家——我用另外一個問題來答覆你這個問題：在星球和星球的中間充滿了什麼？

愛智兒——虛空！

無線電家——科學家因了光的振動性質，不能夠承認在空間裏振動的是「虛空」，爲了要除去或消滅這個「虛空」，它們對於這個非常稀薄沒有重量的物質，建立了一個假定，叫它作「以太」，它充滿了整個的空間，即便是在原子的各個單位之間。

愛智兒——多麼叫人難信的沒法感覺到的物質啊！

無線電家——然而在科學家看來，它卻是非常方便非常實在的東西。甚至於有一個可敬的科學家堅持着祇有以太纔是惟一的實體，而組成一切物質的原子的單位，卻是在以太當中的洞孔……

愛智兒——那麼我是在以太當中的洞孔了？

無線電家——當然……現在我再回到我原來的題目上去。當高週率電流中的電子，以可驚的速度往返



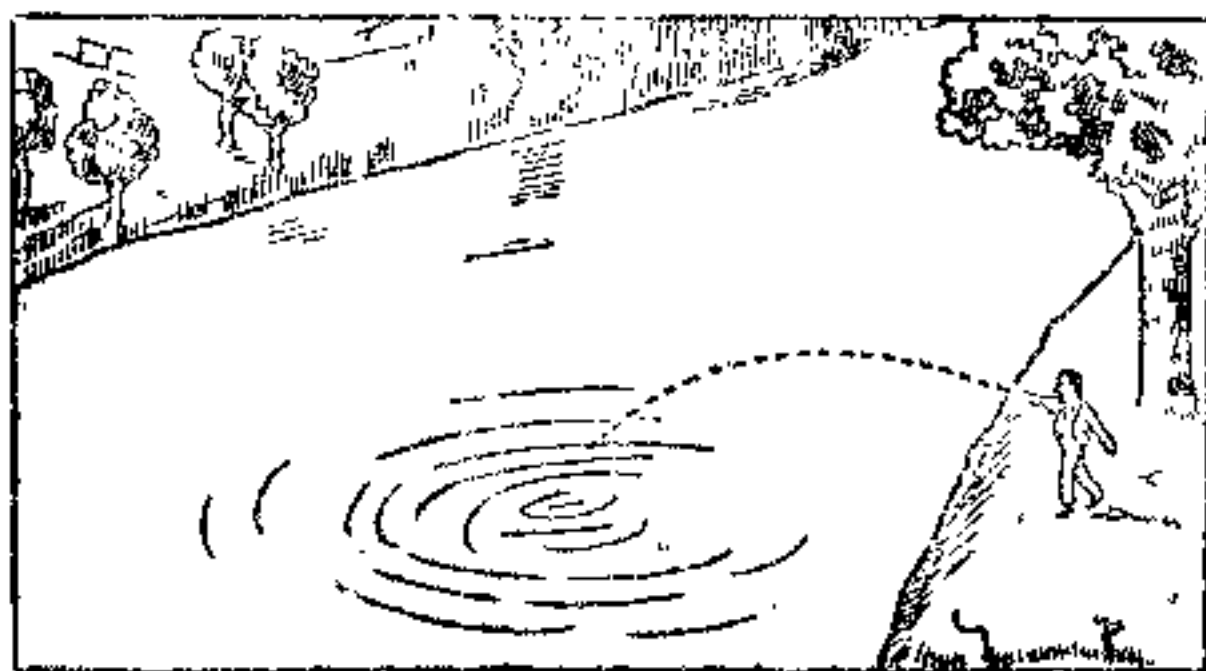
的時候，它們在圍繞着它們的一部分以太中產生振動，這振動就播散到全以太裏去。

愛智兒——我不十分明白。

無線電家——看！我拿起一塊石頭來，把它投在一個小湖的水面上（圖四），會發生什麼？

愛智兒——石頭打擊湖水，把它擾亂了，而從石頭落下的地方發生出環形的波浪向外傳播。

無線電家——當電子在以太中跳躍擾亂的時候，以太裏也發生同樣的情形。電子附近的一部分以太立刻發生振動，而把它的這種振動傳到最靠近的以太上，它再照樣的傳下去。按照類推的觀念，我們把這種現象叫作以太波浪。



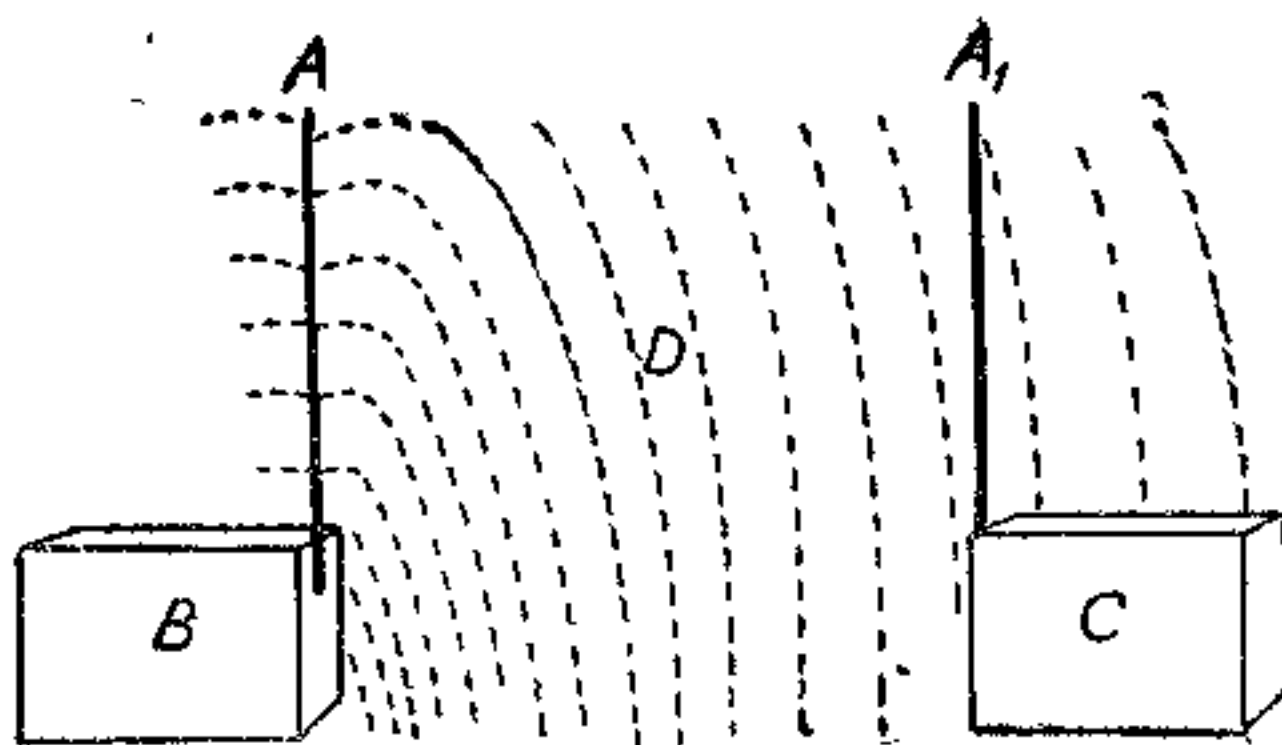
圖四——石塊落在水中的時候，環狀的波浪自一處向外分散（傳播），電子在以太中飛躍，使它激動的時候也是這樣。

【發送天線和接收天線】

愛智兒——現在我可以明白了。但是關於無線電呢？

無線電底——關於它，我現在可以更清楚的對你講了。無線電裝置中最主要的部份是天線，無論是在發送或是接收的機械裏。它是用金屬線作成的。它底一部分是懸在空中，而另一部分則與地相連。假若我們在發送電臺的天線上底生高週率的電流，圍繞著它的以太就發生波浪播散出去。這些電浪達到接收電臺的天線上面，就使得它上面的電子發生振動，這就是說在它上面也發生同樣的高週率電流。

邊際——愛智兒開始明白



圖五——無線放送的大概情形。A，放送天線；A₁，接收天線；B，發送機；C，收音機；D，無線電波。

愛智兒——噢，你說的差不多就是在我們開頭談話的時候說的那一套，但是現在我非常明白你說的話了。然而我很想知道，人們怎樣在這發送天線上面產生電流呢？怎樣在接收天線上面發現呢？它怎樣會播送聲音呢？怎樣……

無線電家——你真和你底名字相配，愛智兒！但是今天我沒有工夫了，等下一次再談吧……





漫談二

工程師無線電家解釋電子在真空管裏的行動

第一段的談話使讀者得到了許多關於近代電子論的知識，現在是要說關於電子燈（也叫作「音」——「三極」——「陰極」——「真空」管，燈，活塞（Valve），或者簡稱為「燈」）的神祕。

這樣，業餘者將一步一步的被引入人類知識中這美麗的一支的深處，人們稱之為無線電科學。在下面將要說到的談話中，是要解釋線圈和電容器的任務，作者要開始敘述發送和接收用的機器，但是方鉛礦收音機（即礦石機）也並沒有被忘記。

讀者們大概已經見到了，作者並沒有隨着一般通俗書的通常的方法吧？……

【愛智兒要去點着他叔叔工程師無線電家的真空管】

無線電家——我的孩子，你要作什麼？……

愛智兒——沒有什麼，叔叔！我祇是要把這個從你的大衣袋裏找出來的電燈泡接到燈頭上，看看它亮的怎樣……

無線電家——那你就把它燒壞了，因為它並不是爲了當電燈使用的！

愛智兒——它是作什麼用的呢？

無線電家——這個燈泡是在無線電中一切事都作的工人。它管理電子，它能夠產生出高頻率的電流，把微弱的電流能夠加強並且指導着電子祇向一個方向去。換一句話說，它在無線電上有三個主要的作用：它是高頻率電流的發生器，高頻率電流的放大器和檢波器。

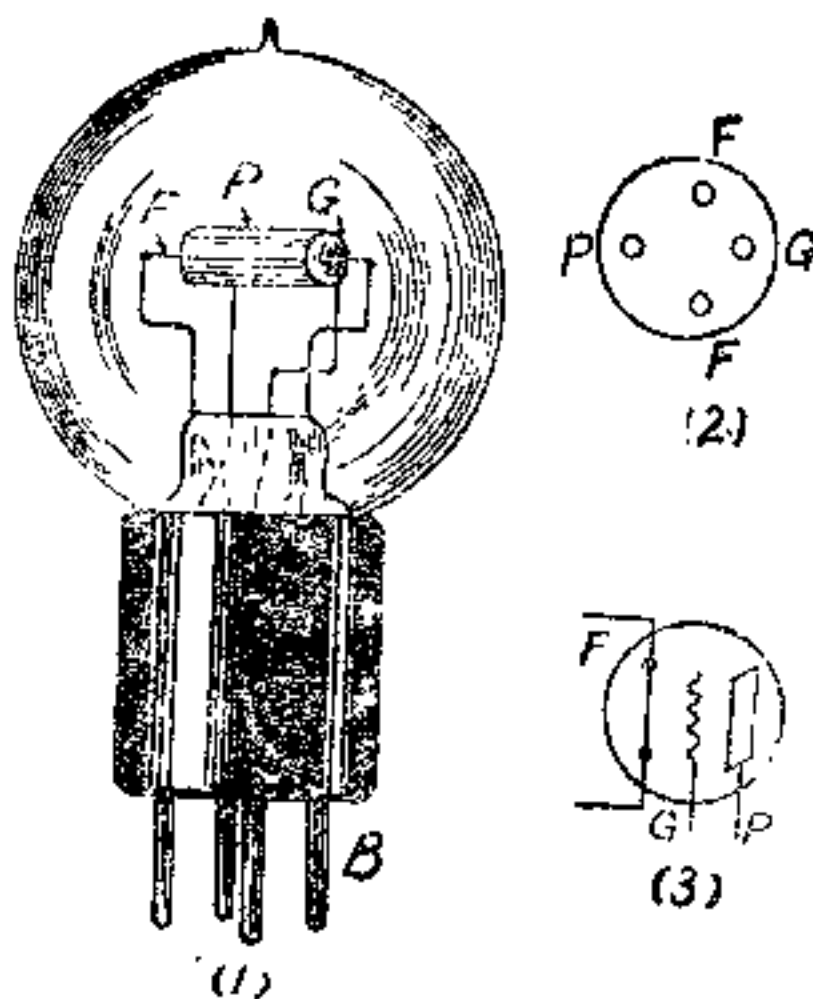
愛智兒——什麼話！……但是我祇看見裏頭有一根細絲，周圍另有一根像是螺旋鑽似的線圍繞着，在它的外面又套着一個金屬的小管。



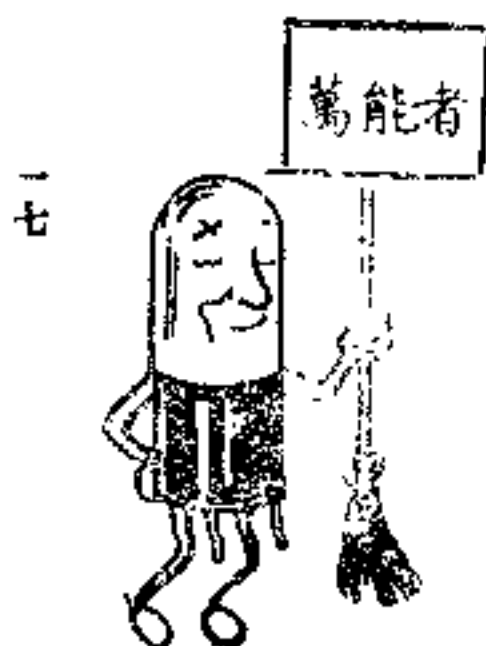
【電子自由的在空間跳舞】

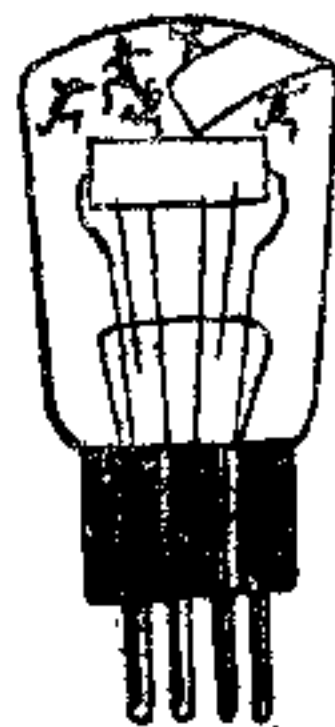
無線電家——假若這個燈泡裏頭祇有一根平常人們叫作燈絲的細絲，我把它們的兩極連接到電池的鋅棒和銅棒上面，會發生什麼情形？

漫談二 工程師無線電家解釋電子在真空管裏的行動



圖六——1，現代真空管的外觀。P，屏極（或陽極）；G，柵極（或輔助陽極）；F，燈絲（或自熱陰極）；B，插頭。三個電極（屏極，柵極，燈絲）是裝在一個圓球形梨形或圓柱形的小玻璃球裏，在它的下面是一個金屬的或絕緣體的圓柱形管腰。在管腰的底下有四根小金屬棒，就是插腳。兩個與管內的燈絲相連，一個與柵極相連，另一個則與屏極相連。管座的普通情形見於2，燈的符號則如圖3所示。

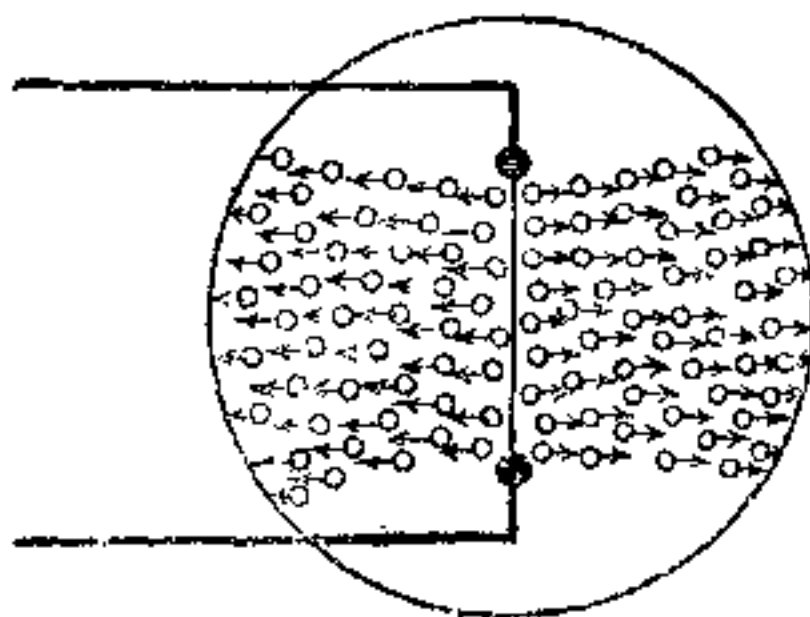




愛智兒——電流會通過這根燈絲，但是我相信，許多電子在這麼細的一根燈絲上面行動，一定是很不方便的。

無線電家——很對，這就好像有一大羣孩子在街上的不寬廣的人行道上走一樣。它們常是互相推擠，使得燈絲發熱，將它燒得白亮（即極熱而發光。）

愛智兒——傻孩子們啊！我要是碰到這樣混亂和擁擠的時候，我寧可走到當中的車行道上，也不在裏頭和人家亂擠，擠得發熱。



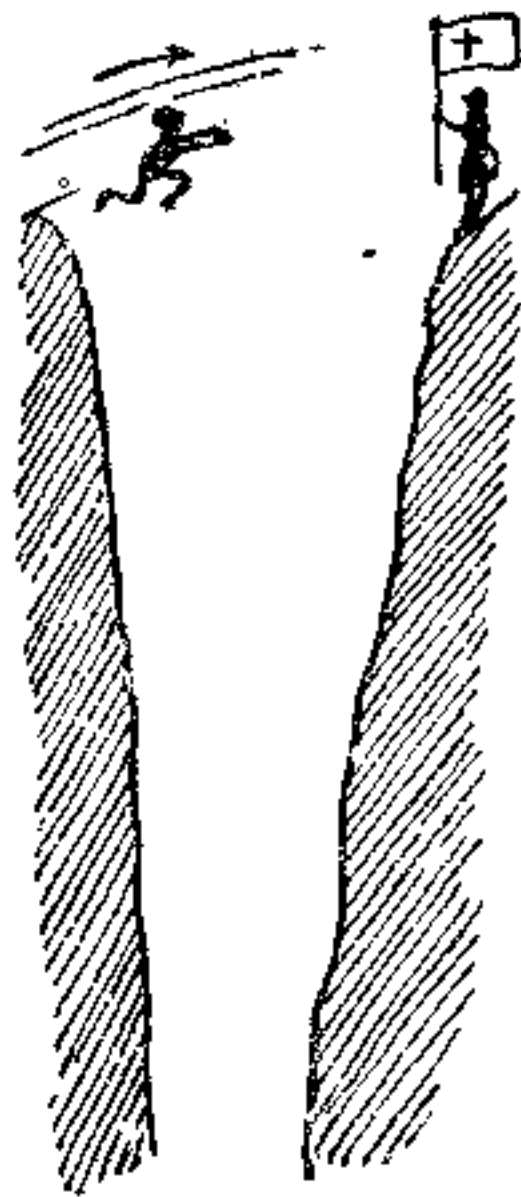
圖七——電子從自然的燈絲上向外發射的情形。雖然是絕對看不見的，但是在這裏卻把它們畫的像一些有頭有尾的小魚，是爲了可以表示出它們運動的方向來。

無線電家——那些電子孩子們也是這樣作。它們從人行道的燈絲上面跳出，跳到車行道的空間裏（圖七）。人們說這是白熱的燈絲發散出電子來。但是因為燈絲是被封閉在一個玻璃作的燈泡裏頭，這裏面的空間不久就為電子所充滿了。燈絲於是乎就不能夠更向外發射電子了。

愛智兒——那麼，怎麼辦呢？

無線電家——人們在這個燈泡裏面放進一塊金屬板去，叫作「陽極」。把它連接到電池底陽極上面，電池的陰極則和燈絲相連（圖八）。

愛智兒——這樣一來，那陽極板（普通多稱為屏極）就變成陽電荷，因為電池把它的電子拖出來推到燈絲上面去。



【在空間裏的電子流】

無線電家——那麼，在陽極板上將要有好些多餘出來的自由的質子，它們作什麼呢？

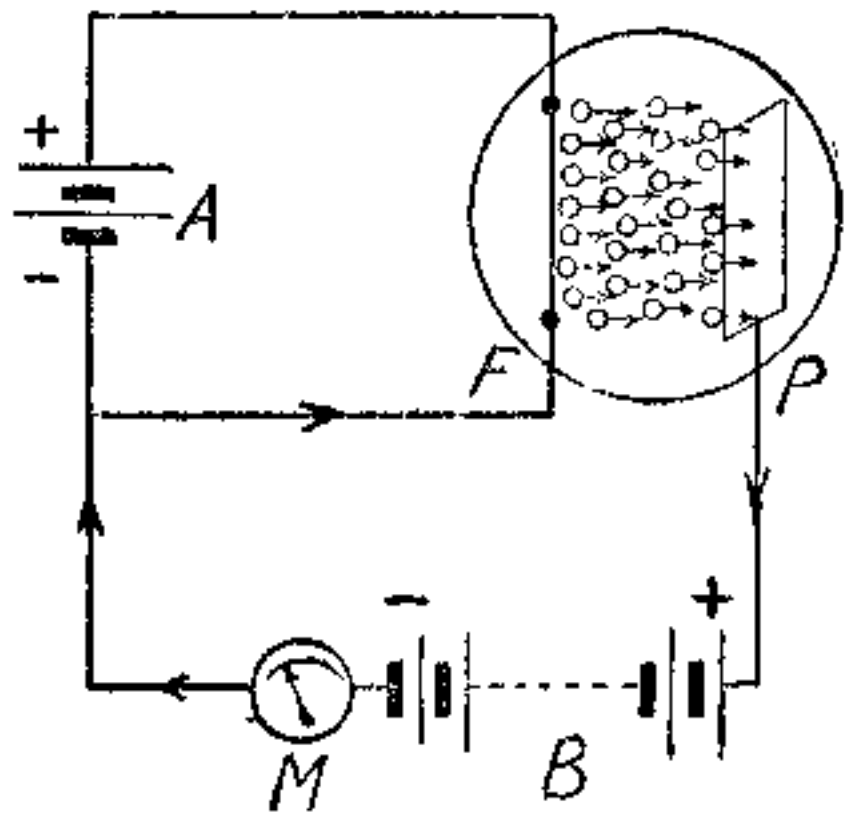
愛智兒——哈，我明白了！那些

在陽極板上自由的質子把從燈絲上發送出來的電子拉過來（圖九），

那些電子藉着陽極電池（指B電）

的力量，重新通過電路，就是經過陽極板，陽極電池等，又回到燈絲上面（圖八。）

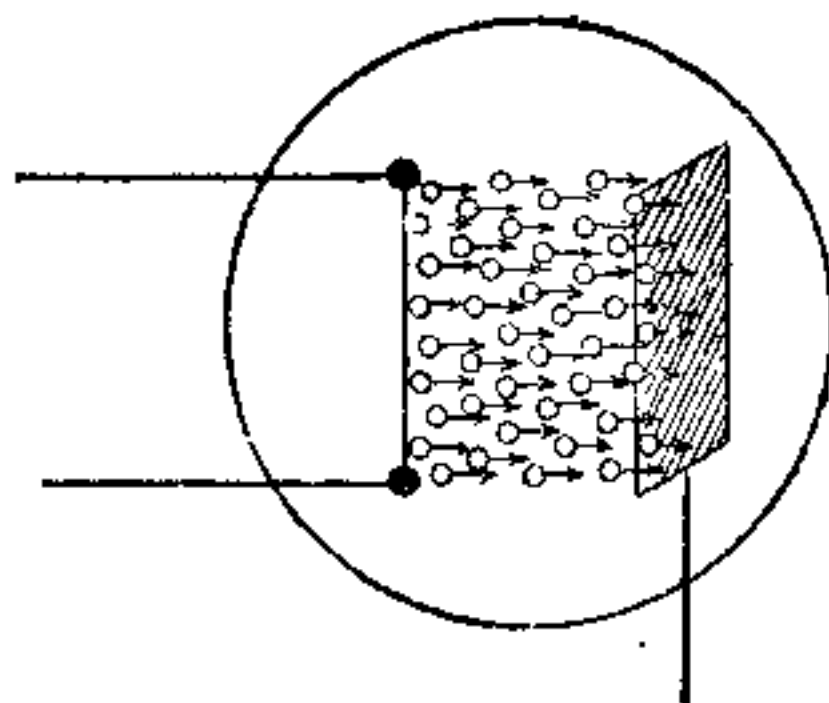
無線電家——好極了！那麼我們有了從陽極電池的負極上出來的電子流流向燈絲；隨後經過燈絲和陽極板（屏極）的空間，從陽極板上又回到電池上的正極。這種電流的存在，我們可以用一種特別的測量器很正確的計算出來。這種儀器叫作「電流計」，我們在應用的時候是把它



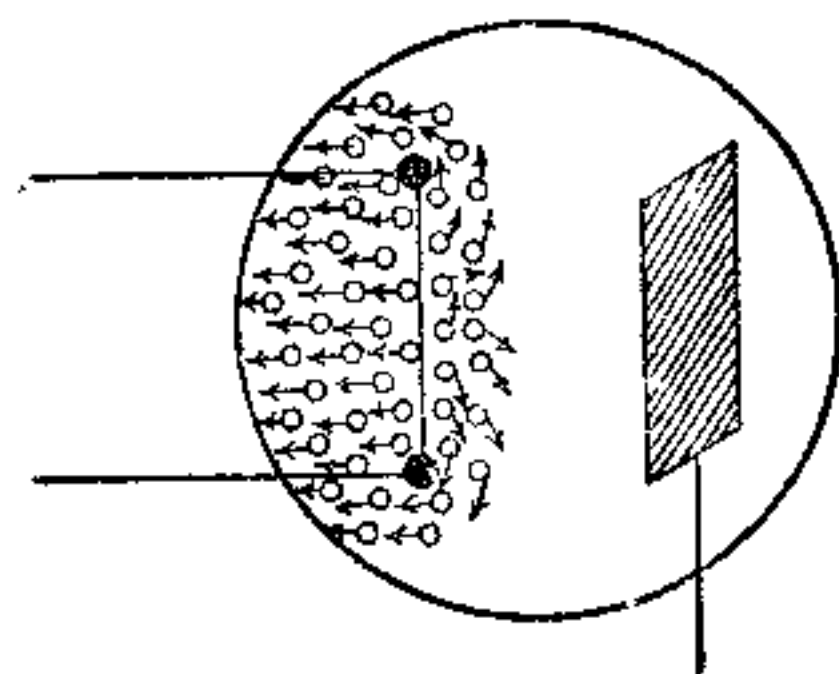
圖八——燈絲F與真空管內的屏極P是這樣的同它們的各個的電池相連接：A是燈絲或給熱電池；B是陽極或屏極電池。電流表M是用來測量電路中所流通的電流的。電路所包括的是：屏極，陽極電池，電流表，燈絲和燈絲與屏極中間的空間。

連在電流所經過的道路中間。

愛智兒——可是假若我們把陽極電池的正負極接錯了，把陽極板變負了，那就會怎麼樣呢？
無線電家——你本來知道，電子並不愛電子！



圖九——被燈絲放射出來的電子，被陽性的屏極的吸引過去，於是在燈絲和屏極中間的自由空間，就有電流通過。



圖十——假若一個不很熟練的業餘家，誤將屏極接到電池負極的話，則電子都要被它排斥回去，而燈絲屏極之間也就沒有電流。

愛智兒——那麼那些從燈絲上發射出來的電子，就要被陰性的屏極推拒回來了（圖十）。

無線電家——愛智兒，你不但喜愛知識，並且你也很會推理。下一次我要對你講，在活塞裏頭那個像是螺旋鑽的細絲的任務。它的名字是叫作「柵極」。

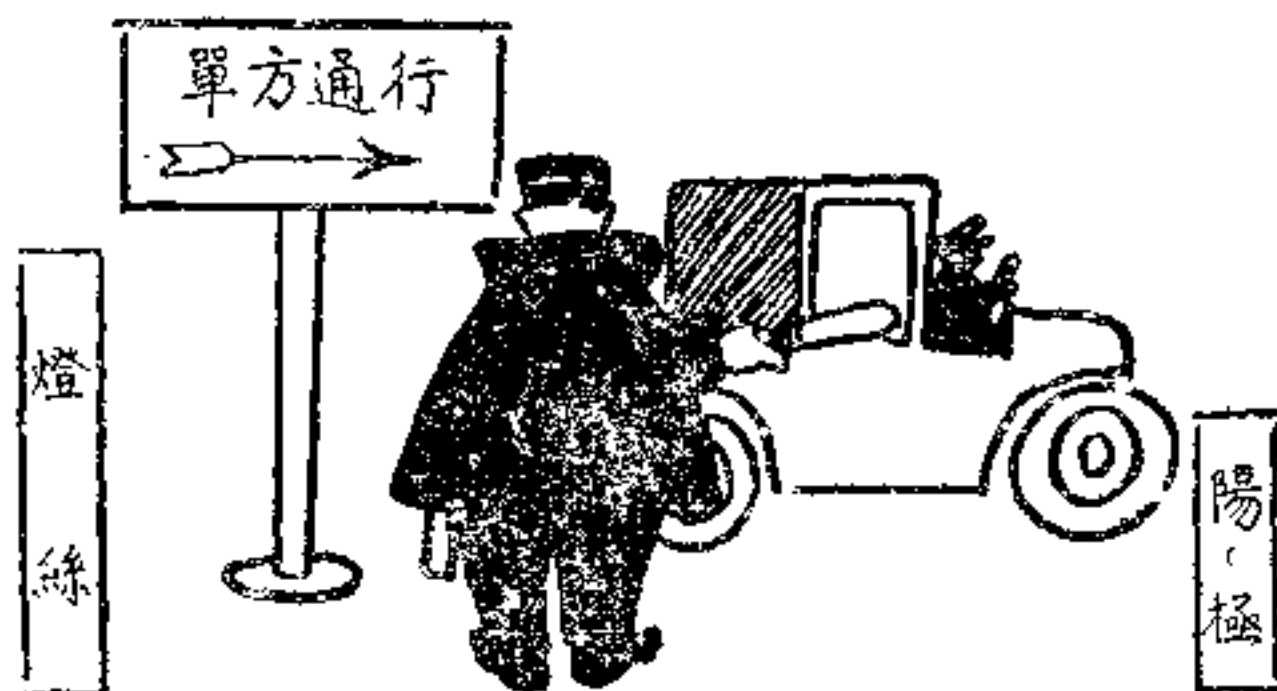
愛智兒——等一等！你剛纔爲什麼把這個燈泡叫作活塞？

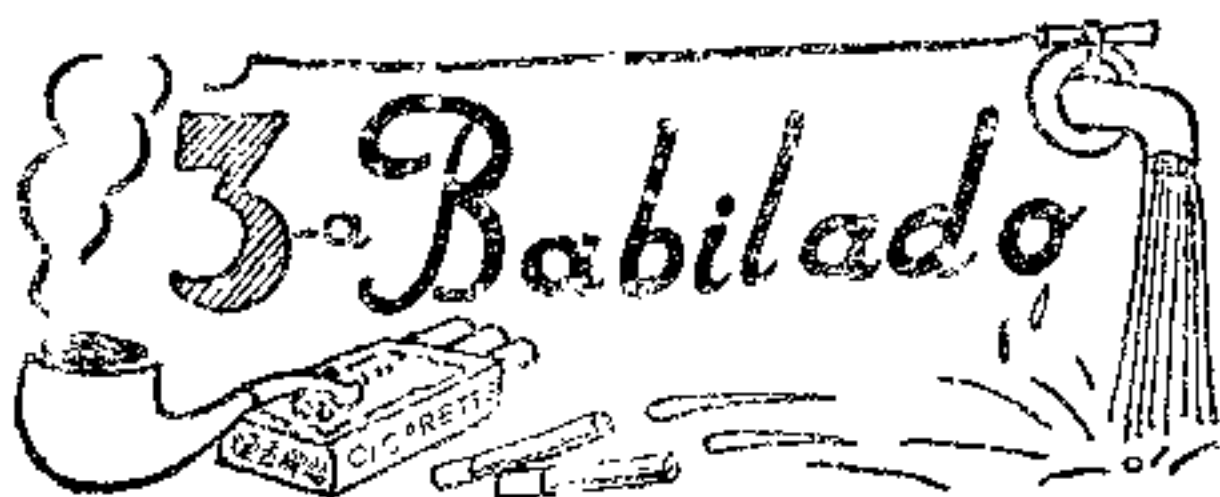
無線電家——你告訴我，電流能從陽極板到燈絲上去嗎？

愛智兒——自然不能！陽極板本來不是白熱的，那麼它也不能夠往外放射電子。

無線電家——你看，這燈祇准電子順着一個方向走，從燈絲向着陽極。這麼樣它的作用就好像一個活塞一樣，因此就叫它作電子活塞。但是你這又是作什麼……

愛智兒——我祇是打破了它，爲了可以把這裏頭的東西看得更明白些……





漫談三

工程師無線電家對愛智兒說明三極管的功用

在漫談二中，工程師無線電家很成功的對他底好學的姪子講明了兩極管的功用。讀者還記得，兩極管中的電流（電子羣）是從白熱的燈絲流向陽極板。在那裏面燈絲是陰性的，而和它相對的陽極板則是陽性的。

在下所這段漫談中，這個愛講話的叔叔對愛智兒解釋第三個電極「柵極」的任務。雖然這個問題不是很容易使一般人瞭解的，但工程師無線電家用他所常用的聰明的推理法，很容易的把它解釋清楚了。

【關於紙煙的害處，關於強度和張力。】

愛智兒——叔叔，你大概忘了你的許諾吧……你說紙煙的害處已經說了半點多鐘了（好！我決不再吸煙了，）但是你卻沒有說到關於這個神祕的柵極的事。

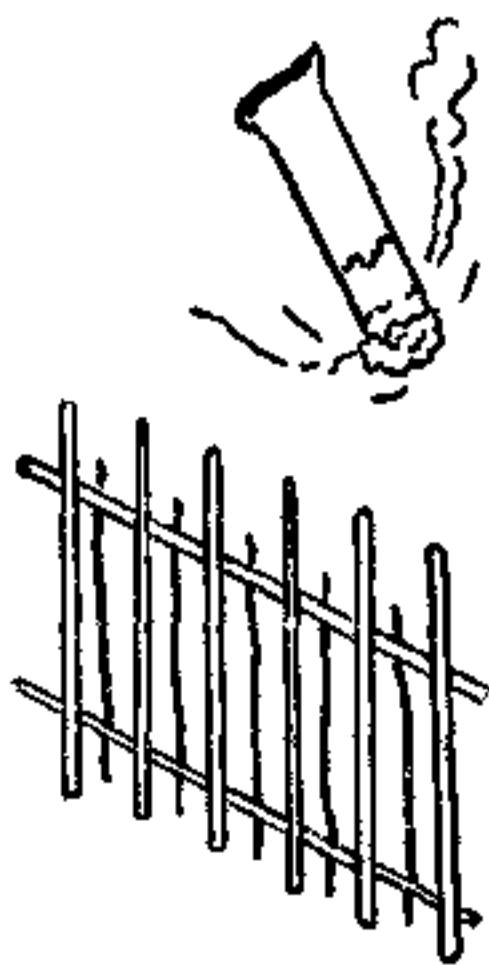
無線電家——這個柵極是用來改變電流的強度的。

愛智兒——哼！這不太清楚。首先，我不知道什麼是強度。

無線電家——電流能够在同時包括着多數或少數電子的流動。若每秒鐘裏從這個原子跳到另一個原子裏的電子越多，因電流作用而起的種種現象也越強，電流也就越強。

愛智兒——現在我明白了。那麼人們測量電流的強度，就是去計算流動的電子的多少嗎？

無線電家——普通一般人不說電流的強度等於每秒鐘有幾百萬個電子流過。人們實際測



愛智兒——張力……

無線電家——你不知道這個字嗎？這是很容易解釋的事情。人們把兩個電荷點的原子裏的電子數目的差別叫作張力或勢能差異（簡稱勢差。）

愛智兒——那麼，就譬如在電池鋅板的極柱上面的原子，比起在銅板的極柱上的原子含有更多的電子。那麼在它們中間於是就有了勢差嗎？

無線電家——對極了！你已經明白了。這種勢差好像是一種壓力，當你把電池的兩個極柱用銅線連接起來的時候，它就把電子向前推動發出電流。勢差越大……

愛智兒——……電流越強。

無線電家——對極了！

【影響真空管中電流強度的第一個方法】

愛智兒——人們能够在陰極燈中加強電流，加大陽極與燈絲中間的勢差嗎？

無線電家——自然。當着一個普通的陰極燈的陽極與燈絲中間的勢差等於八十伏打的時候，通過它的電流的強度約有二微安培。假若我們把這勢差再加大十伏打，就是說等於九十伏打，那麼電流的強度就要增加到 $10\sim 15$ 微安培。

愛智兒——那麼，我們更增加勢差，就可以無限的加大電流的強度了。

無線電家——完全不對！祇能到一個叫作「飽和電流」的限度。當你達到這個限度以後，再加大勢差也不能夠增加電流的強度了。

愛智兒——爲什麼？

無線電家——你不要老是這一套爲什麼，你應該自己去想一想這件事。燈絲每秒祇能發射出有限數目的電子，所以……

愛智兒——不要多說了，我已經明白了。爲了要把電流增大 $10\sim 15$ 微安培，我們得把勢差加大十伏打，這太不高明了。除此以外還有別的方法沒有？

【影響真空中電流強度的第二個方法】

無線電家——是的，還有一個別的法子。柵極就是爲了這件事而設的。有人把它叫作輔助陽極（help-anode）。在一九〇七年發明家狄福來（D. Forest）想出這麼一個好法子來；他把兩極管（它是

一九〇五年富來民（Fleming）所發明的）改成三

極管，再給它多加上一個有孔的小板或是螺旋形的電

子極，放在燈絲與陽極的中間。

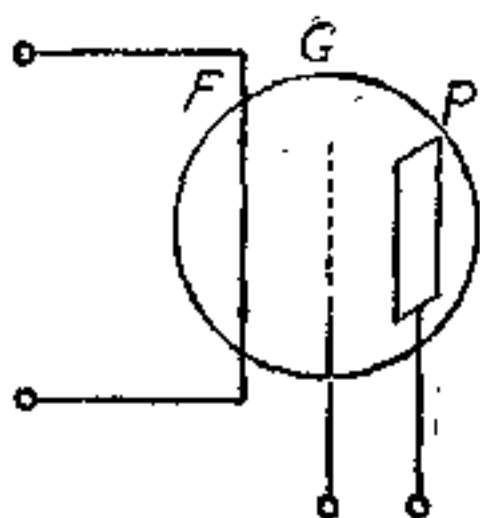
愛智兒——它是作什麼用的呢？

無線電家——不要性急。那些要

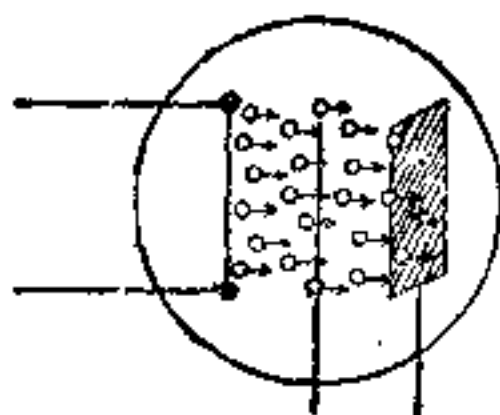
到陽極板上面去的電子，就必得穿過

這個柵極（圖十二）；若是我們把柵

極變成與燈絲相對的陽電荷……



圖十一——三極管的圖案。F，燈絲；G，柵極；P，屏極。



圖十二——電子通過柵極而往陽極去的情形。

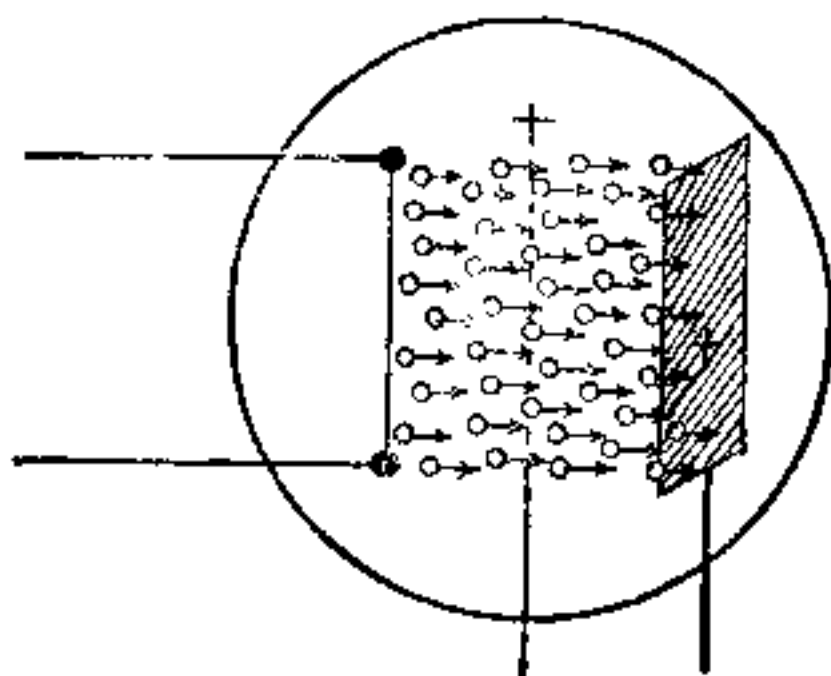


極管，再給它多加上一個有孔的小板或是螺旋形的電

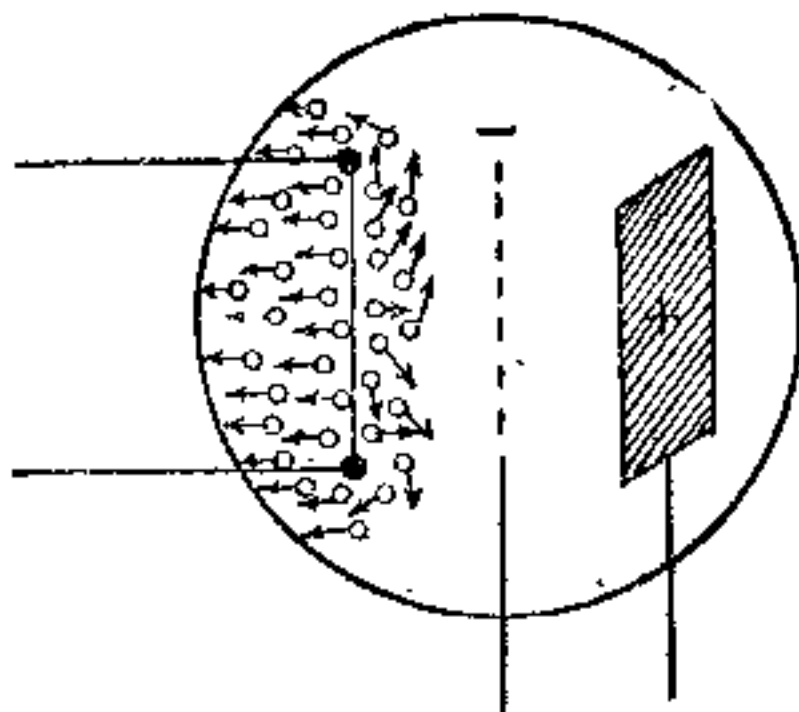
愛智兒——那麼它就會拉到更多的電子，電流就更強了（圖十三）。

無線電家——假若我們把柵極變負了……

愛智兒——它就要推拒電子了（圖十四）。



圖十三——柵極對於燈絲是陽性的，則電子很自由的從中通過，而電流更強。



圖十四——柵極對於燈絲是陰電荷的時候，雖有陽極之召喚，電子亦不能通過柵極而為其所拒回。

無線電家——現在不要忘記了，柵極離燈絲是比陽極更近一些，所以用它的勢差的改變來

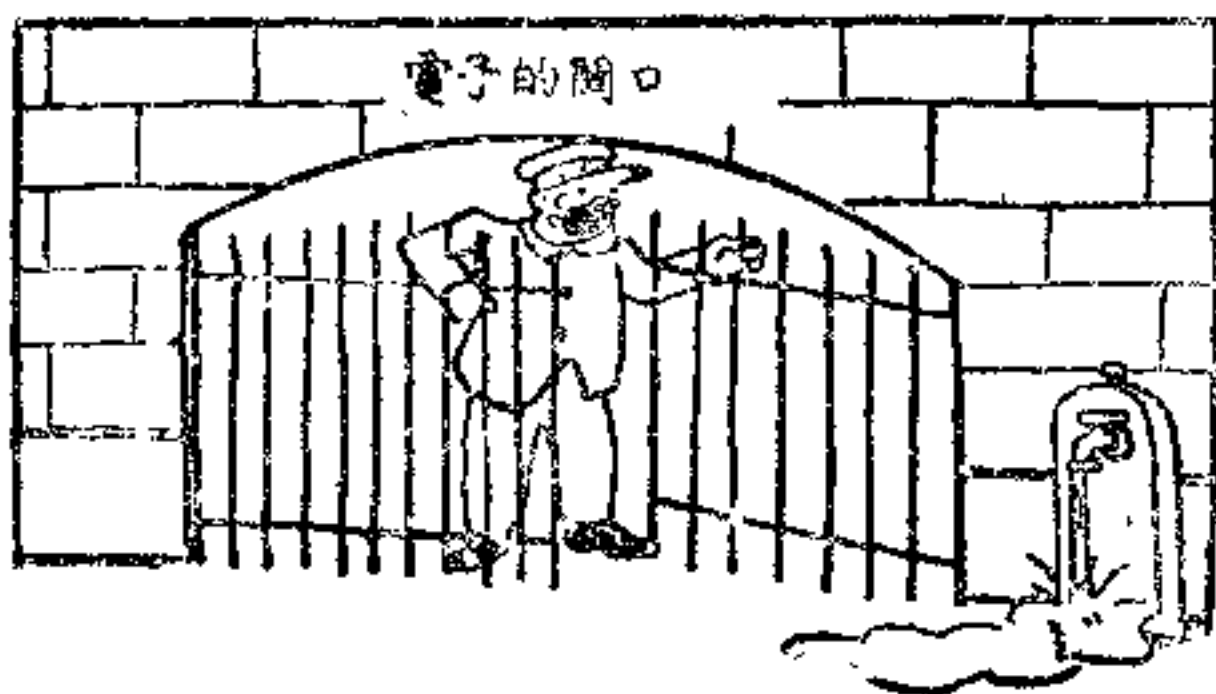
影響電流的強度也更爲有力些。我們在燈絲與陽極中間要把電流增加○.1微安培，得把勢差加大十伏打。爲了同樣的目的，在柵極與燈絲中間，祇要把勢差加大一伏打就夠了。

愛智兒——真奇怪！這樣說來，那陽極用打雷一般的聲音去招呼電子，或是柵極用溫柔的剛剛能聽得見的小聲去呼喚它們，結果都是一樣了？

無線電家——正是！我還給你一個推論的例子。水流在水管中流通的時候，要增加它們的強度（即每秒流過的水量），人們必得把那使它流動的壓力加得很大。但是還有一個更巧妙的辦法……你想出來了沒有？

愛智兒——啊呀……

無線電家——把龍頭開得更大大一點！柵極的任務完全和龍



頭的任務相似。無論是龍頭或是柵極，祇要它們有一點僅僅可以看得見的變動，那水流和電流的強度立刻就發生很大的變化。

愛智兒——當然龍頭 (Kranio) 和柵極 (Krajo) 是非常的相像了，因為它們祇有一個字母的差別……



漫談四

關於朱古律糖容電器和難懂的字眼

假若我們觀察種種不同的無線電機，我們會發現，幾乎所有的無線電機都是由不多的幾種同樣物件所構成的：如容電器，線圈，抵抗器，真空管，電池，耳機……正如我們若知道了幾個最簡單的形體的性質，就可以把幾何學的全部系統合理的推演出來——同樣，我們若能充分的明白了上面所提到的幾個小儀器的性質，那麼，那最複雜的無線電機的功用也就不難明瞭了。

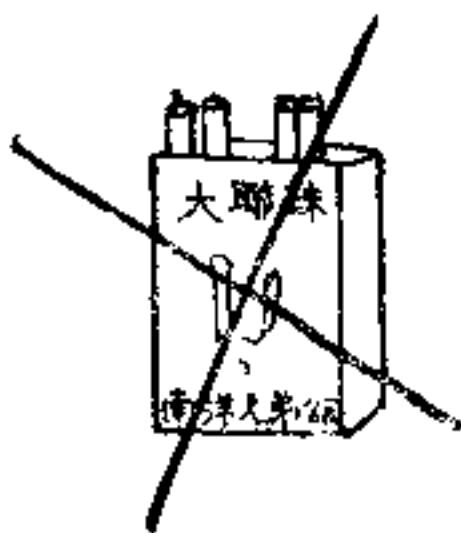
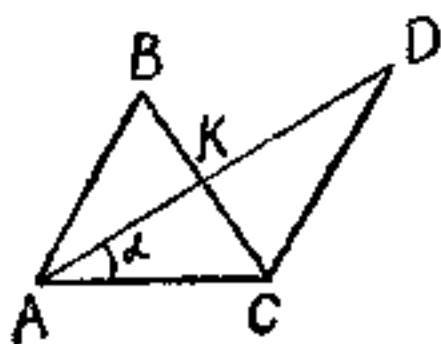
在前面的兩段漫談裏，那個好心的叔叔，工程師無線電家，在談到真空管的時候，很樂意的滿足了他底姪子的求知慾。我們的可敬的讀者，悄悄地靜聽着這些談話，現在對於陰極燈（即真空管）的基本原理已經充分的明瞭了。這個有機智的工程師在下面要對愛智兒講解容電器的任務；用了他非常簡單的解釋，讀者們也同樣的會很快的就明白了。

【受了報酬的德行】

無線電家——你現在還吸煙不，愛智兒？

愛智兒——噢，不了，我的叔叔！你的話已經把我說服了……

無線電家——那麼我送你一塊朱古律糖算是獎勵你，因為我看你好像是非常的愛吃它。不
要把它上面的錫紙撕壞了！因為可以用它作一個容電器。



愛智兒——容電器是什麼？

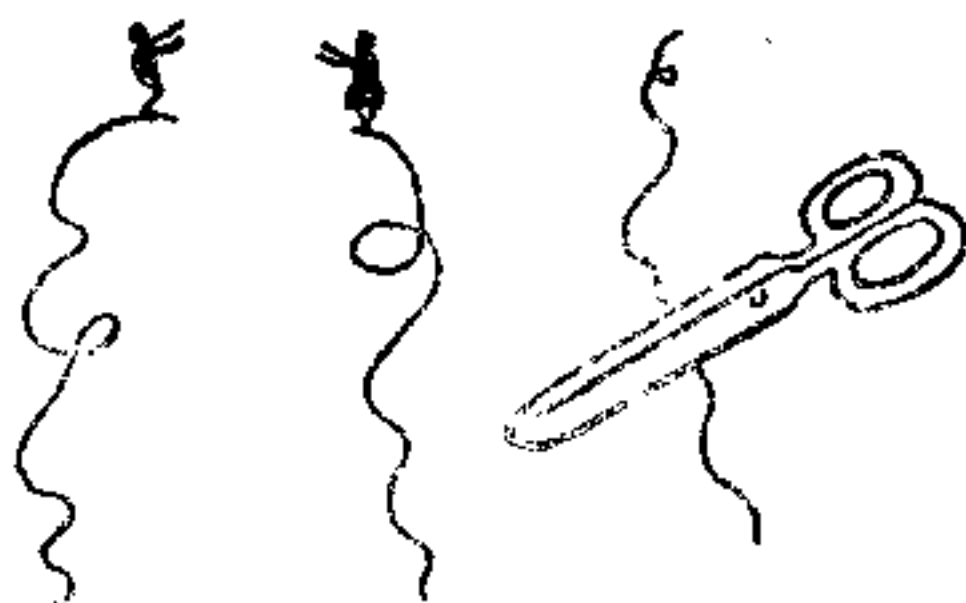
無線電家——在一個通電流的導體中間的中斷物，不論是什麼東西，人們都把它叫作容器。假若你把連接在電池兩極（就是鋅柱和銅柱）中間的金屬線剪斷，那就會發生什麼呢？

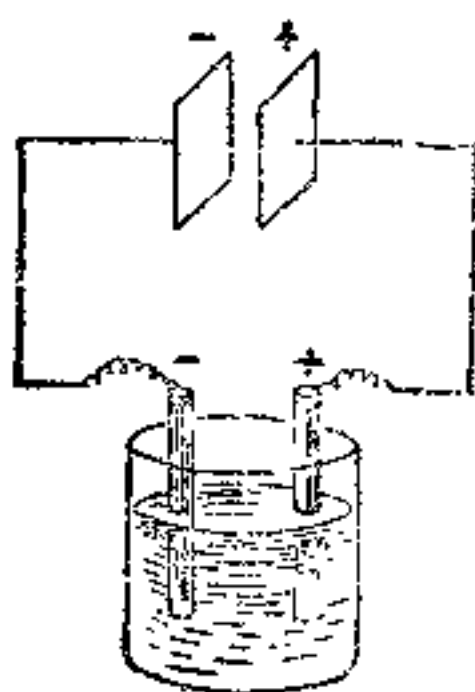
愛智兒——電子不能越過斷口，那麼也就沒有電流了。

無線電家——然而陽極卻愛從連接在它上頭的導體上吸引電子，而陰極卻要從導體上推出它們去。

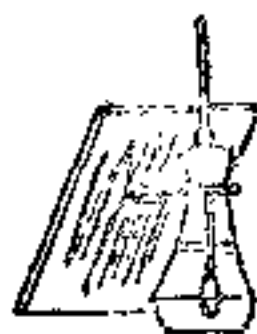
愛智兒——那麼，我相信這樣一來，在那條和陽極相連接着的線底尖端，比那連接在陰極上的線底尖端，電子的數目一定比較少。

無線電家——假若你願意那連接到陰極上的線底尖端有更多的電子，那麼你就應該為它們預備出一塊够大的地方來。稍為大一些的金屬板對這是極有用的。兩片金屬板中間可以加上某種不能通過電流的物質：如空氣，玻璃，油紙等等。就叫做容器電器（圖十五）。





圖十五——最簡單的容電器是由兩片以空氣作絕緣體的片子所組成。



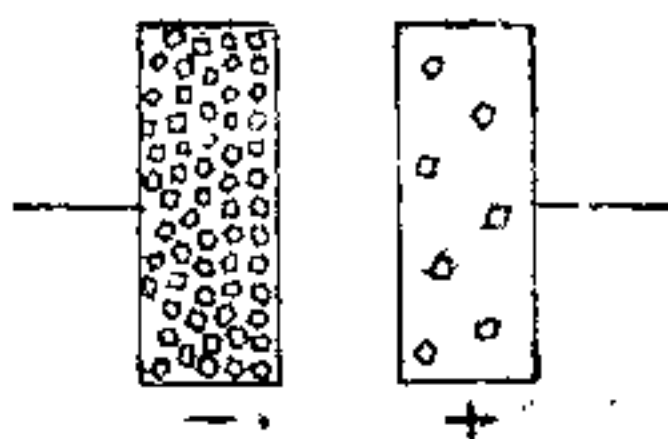
愛智兒——我把這錫紙黏在那照像用的玻璃板上面，能不能作成一個容電器？

無線電家——那樣你一定可以作成一個很好的容電器。現在讓我們把一切事更往周到裏想一想，當我們把容電器的板片與電池的兩極連接起來的時候，會發生什麼？

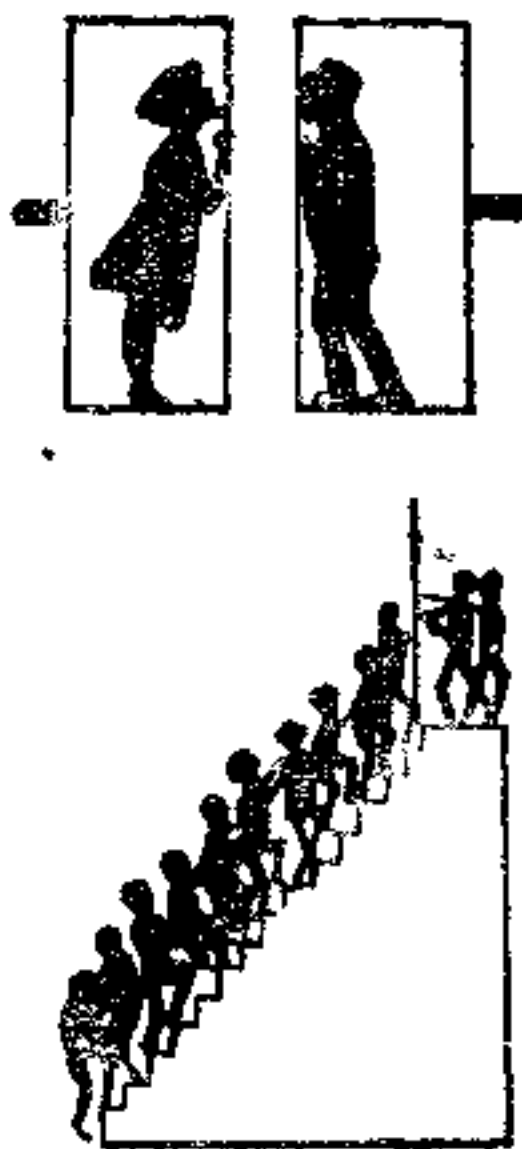
愛智兒——以我看來，第一件事是僅僅有暫時的電流通過導線，那些本來應該跑到正片上的電子，卻都到了負片上去了。

無線電家——你是完全說對了。電子們於是都聚集到負片上，而在正片上的則漸漸地減少。

愛智兒——那麼，它們給那些繼續流向負片的電子留下地方了？……



圖十六——圖中小方塊是表示電子聚集到負片上，而在正片上很稀少。



無線電家——不十分確切。那祇是在開始的時候如此。但是因為電子與電子是互相仇視的，當着許多電子來到負片上以後，新來的電子為先到的電子所排斥，就不容易進來了。

愛智兒——那麼從負片把電子送往正片的電流就漸漸的停止了？

無線電家——是的，這時候我們就說這容電器已經「帶電」了。而這電流我們就叫它作「滯

電電流。」

愛智兒——灌電電流能繼續好久嗎？

無線電家——噢，不的！它往往是極短的時間，而且也要看容電器的電容量怎樣。

【愛智兒當然不懂得這個字眼】

愛智兒——電——容——量……？？

無線電家——你看。假若我們在同一個電池上的兩極柱之間，接連上兩個容電器，其中第二個的片子比第一個的片子大一倍……

愛智兒——……那麼第二個可以比第一個多容一倍的電子……

無線電家——……於是我們說第二個容電器的電容量比第一個容電器的電容量大一倍。

愛智兒——那麼電容量就是容納電子的可能量嗎？

無線電家——很對，可是愛智兒，你的意見以爲它是靠什麼來規定呢？

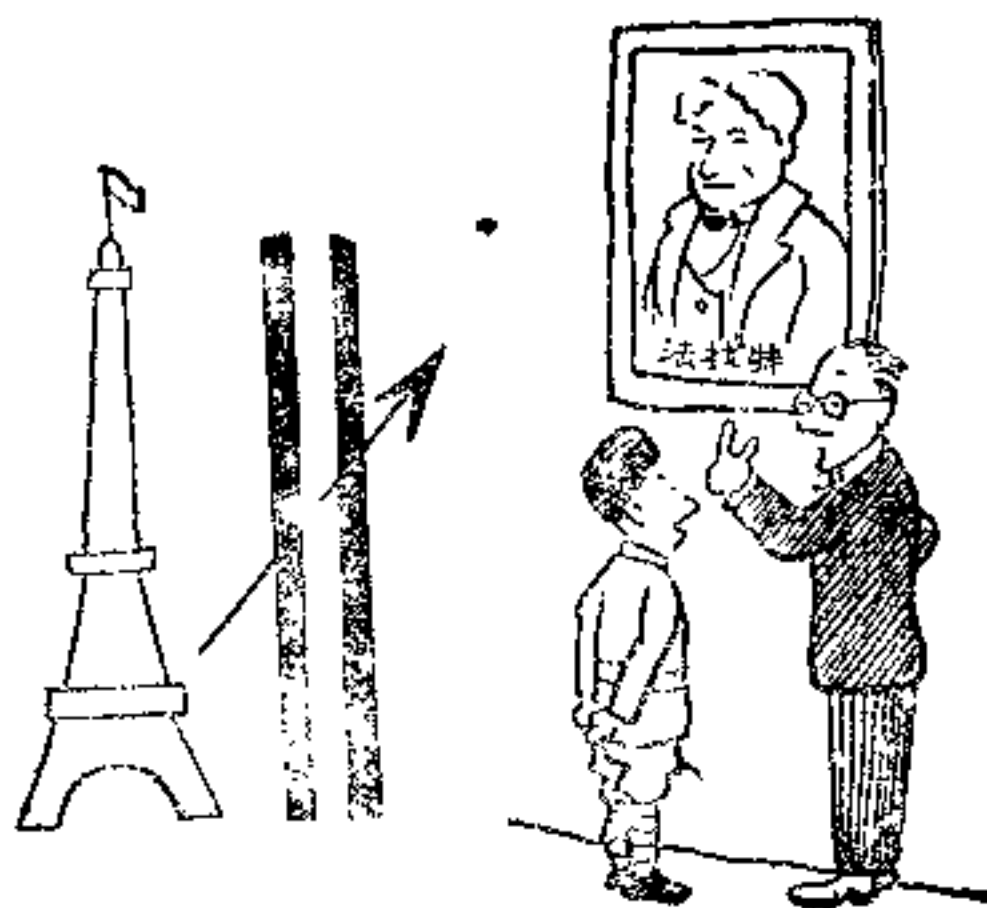
愛智兒——我相信祇是靠片子的大小來規定，片子越大，容納的電子數目也越多。

無線電家——不單靠大小，容電器各片中間的距離也能影響電容量。

愛智兒——哈，我沒有想到這點！自然是片子相離越遠的時候，負片上的電子不很急急於拉到正片上的質子，於是就不能夠再來更多的電子。但是片子的厚薄和材料是不是對於電容量也有影響？

無線電家——沒有關係。但是片子中間的物質卻大有影響，人們把那叫作「絕緣體」。例如，假使一種容電器的片子中間是用空氣來隔離開，它的電容量是一微法拉特（mikrofarado），同樣的容電器用玻璃來作絕緣體，就有將近十倍大的電容量。

【愛智兒又不懂得這個字了】



愛智兒——對不起，親愛的叔叔！但是以我看來，你好像把基本的柴門霍夫語（世界語）完全忘記了。

無線電家——？

愛智兒——你剛纔實在是說了一個可怕的長的新字：「微法拉特」……這個奇怪的……
法拉特，是什麼東西？

無線電家——你安靜點吧，親愛的。假若柴門霍夫（世界語的創造者）寫一本關於無線電的書，他也必定得採用這個國際通用的學術名詞。「微法拉特」是一「法拉特」的一百萬分之一。「法拉特」本身（這個名稱是從英國著名物理學家法拉特（Faraday）起的）就是用來當作計算電容量的單位的。

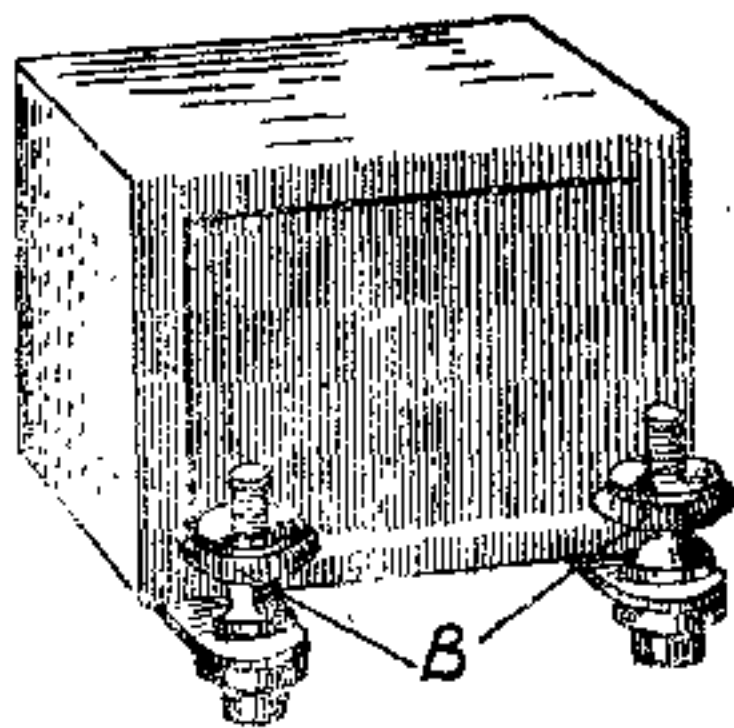
愛智兒——多麼大的容電器纔能有一法拉特的電容？

無線電家——兩片金屬板，表面要有一百一十五萬方米，用一厘米厚的空氣來隔離開，就成為一法拉特的容電器。這樣你看，在實用上拿法拉特來作單位是太大了。因此所以都喜歡用微法

拉特；有時竟用一微法拉特的千分之一，或者用厘米；這都是無線電家實用上所用的單位。

愛智兒——哈，這個我已經知道的厘米，倒使我很高興，比那些可怕的野蠻字眼好得多了，像什麼千分之一微法拉特之類！無疑的用方厘米就足能够表現出金屬板的表面或是它們中間的絕緣體的表面來了？

無線電家——你大錯了，愛智兒！電容量的厘米和長度上所用的厘米，祇有數學上的關係。它是法拉特以外的另一種制度。有幾個國家特別喜歡用它。你祇要記住，千分之一微法拉特 (0.001 m.f.) 的價值，同 C. G. S. 制 (Centimeter-Grain Second) 裏的單位，九百厘米的價值相等。



圖十七——兩微法拉特的電器。它的體積是 $50 \times 45 \times 35$ 毫米 (millimeter)。B 是接線螺旋。

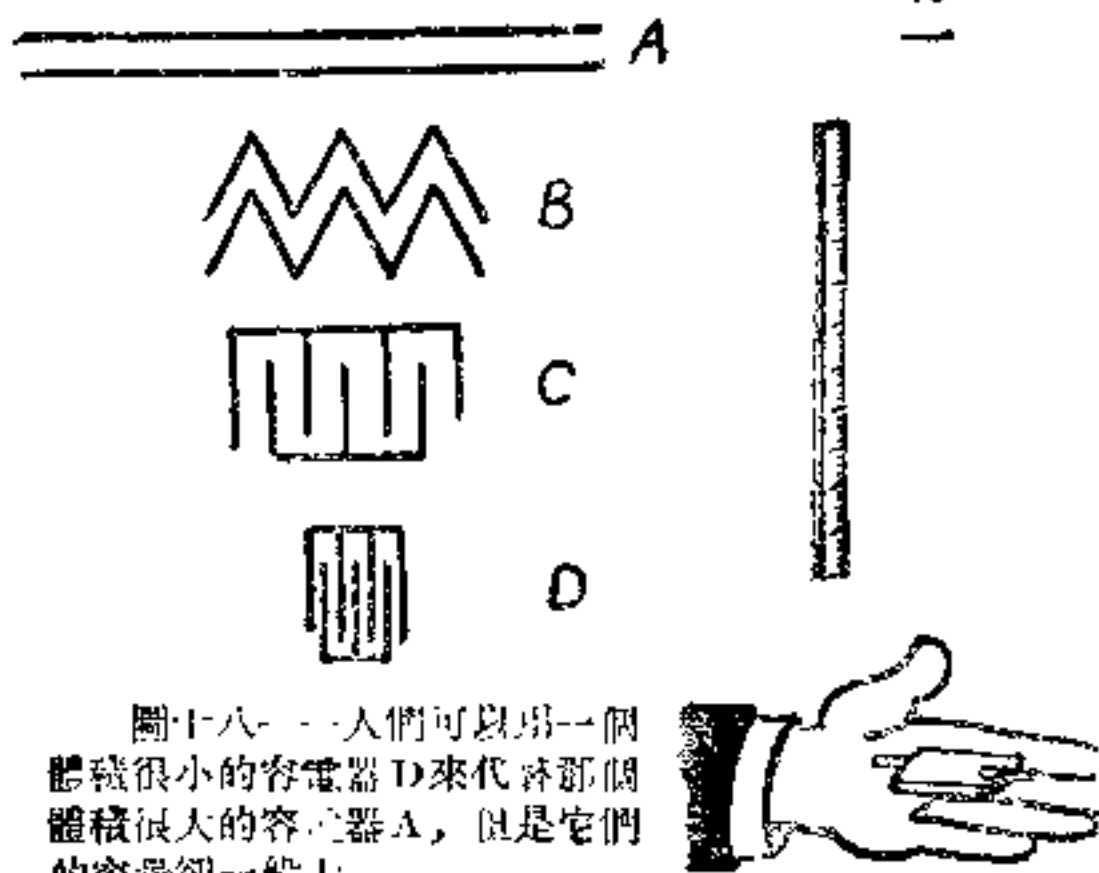
【實際上常用的容電器】

愛智兒——那麼一厘米的容電器，比起一微法拉特的容電器來無疑的是更合用了。因為一微法拉特的容電器無疑的是太大了。

無線電家——完全不是那樣，這裏在我的口袋裏有一個兩微法拉特的容電器（圖十七），你看它是太大嗎？

愛智兒——真的不大，但是怎樣……

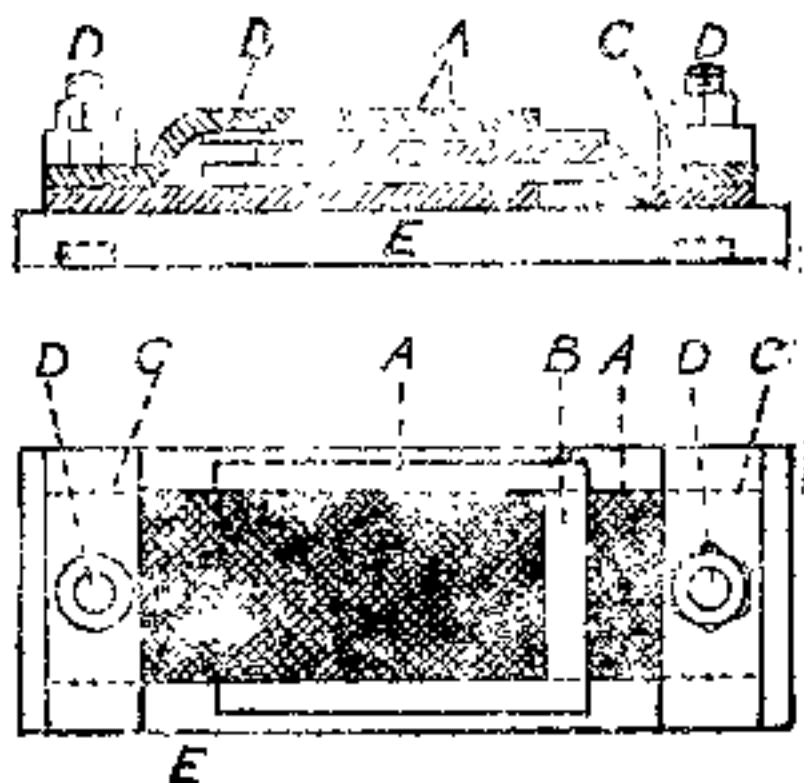
無線電家——請看我畫的這圖（圖十八），A是一個極大的容電器。現在我把它的片子摺合成M字形，於是成了B式，它所佔的地方已經小得多了。你看我更把它弄成C式，在效能上與B式並沒有什麼差別。最後我把它摺攏的更緊一點成為D式，就成了一個體積很小而容量很大的容電器了。



圖十八——人們可以用一個體積很小的容電器D來代替那個體積很大的容電器A，但是它們的容量卻一般大。

愛智兒——真是非常簡單的事！

無線電家——一般人普通用有兩組片子的容電器，中間用空氣、膠或是油紙來絕緣（圖十九和圖二十）那種容電器的容量是固定的，所以就叫作固定容電器。然而我們常常用得着容量



圖十九——固定容電器和膠質絕緣體。A，鋁或錫作成的薄片；B，膠片；C，金屬薄片；D，陽螺旋和陰螺旋；E，膠木底板。



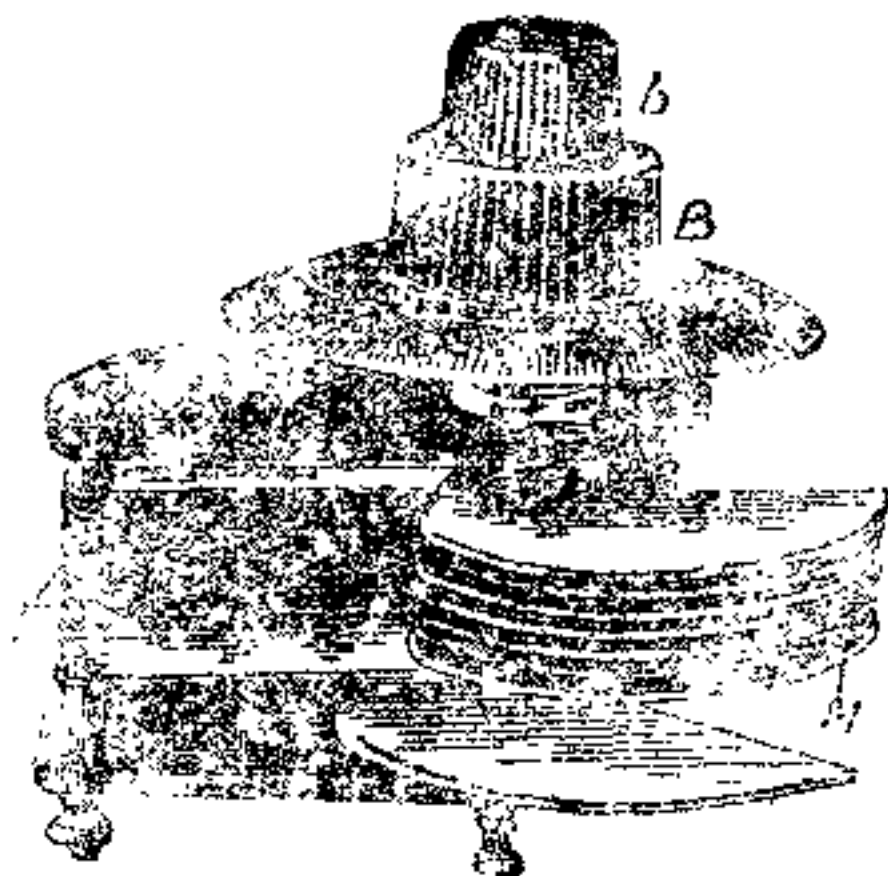
圖二十——膠質絕緣的固定容電器。

能够改變的容電器，或者叫作可變容電器。這就是一個可變容電器（圖二十一），它是由兩組半圓形的片子所構成：一組片子是固定的，一組是活動的。當着活動片的軸轉動的時候，使它的動片和定片相重疊的部分或多或少，就可以變動它的電容量的大小。

這種容電器的最大容量普通是一微法拉特的千分之一，或者比千分之一還要小，成爲千分之一的多少分之一。

愛智兒——爲什麼這個容量這麼小的容電器，面積倒比你以前給我看過的那個用微法拉特的容電器還大的多呢？

無線電家——因爲它的絕緣體是空氣的緣故。用絕緣性大的固質來絕緣的容電器，當然體



圖二十一——可變容電器。B，旋鈕與刻度盤；M，動片；F，定片。

積能够小一點。但是在固質絕緣的容電器裏，假若在一秒鐘以內灌電和放電的次數越多，它的電力消失的也越多；所以在「高頻率」的「灌電放電」的時候，人們都喜歡用空氣絕緣的容電器，雖然它的容量是比較的小。我忘記了告訴你，絕緣體的電容能率和空氣的電容能率相比，人們把那叫作「絕緣常數」。

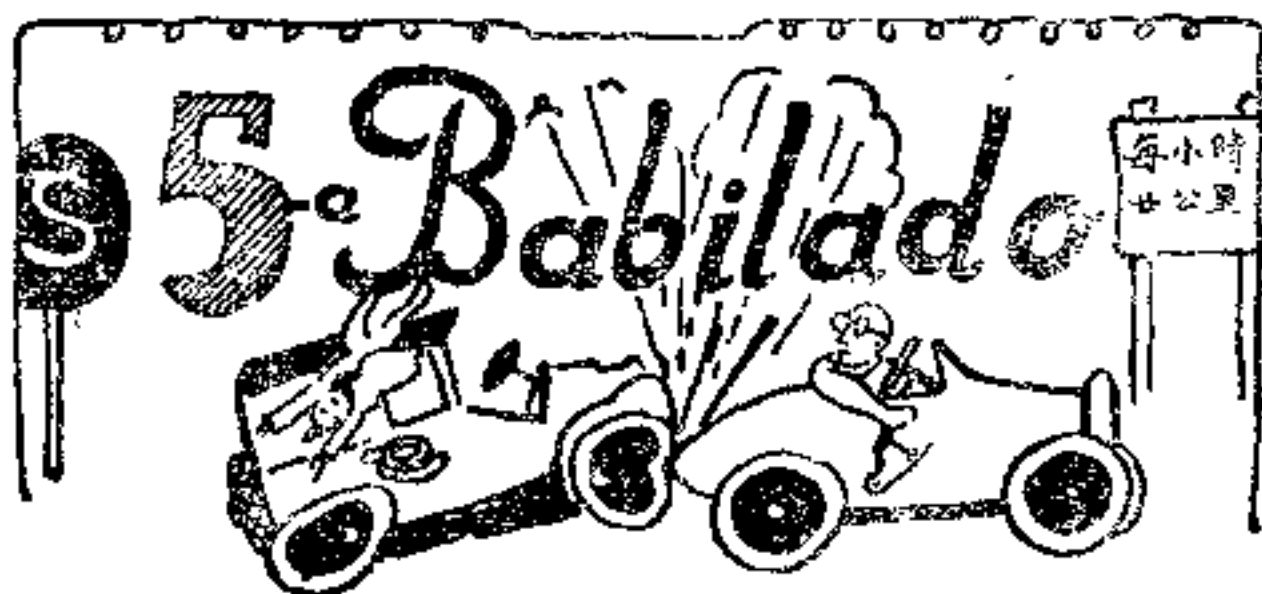
愛智兒——但是，請你說，叔叔，怎樣……

無線電家——愛智兒，今天你發的問題好像是太多

了……

??
??
??
??





漫談五

關於感應線圈和汽車的出事

在這第五段的漫談中，作者把關於無線電的準備知識作一個結束。在五個短短的漫談裏頭，他對於應用在無線電一方面的普通電學理論的解釋算是成功了。因此在第六段漫談中，他已經就可以開始試驗主要的無線電儀器了。

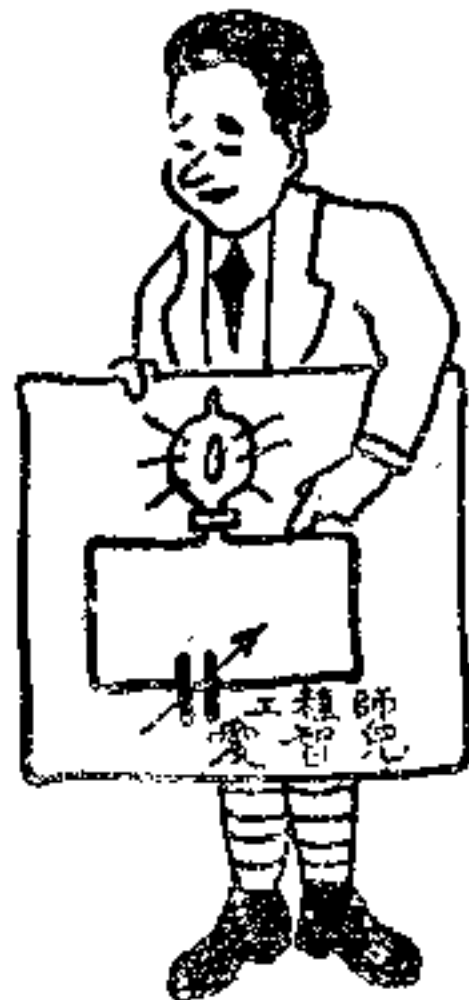
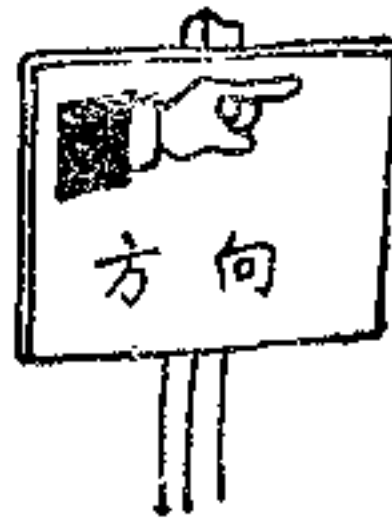
在一般通俗的無線電書中，都是照例的先講最簡單的礦石收音機。我們的作者是決不願意照着這一個老套子去作的。讀者若讀完漫談六，會很愉快而驚奇的得到最新式真空管發報機的知识。

同時，我們要勸告一般讀者們，要細心重讀前面所有的幾段漫談。

【愛智兒作了一個新奇的發明，但是……】

無線電家——你今天爲什麼有那樣一種嚴重的神氣？愛智兒？

愛智兒——我現在就要去把我的——件發明去取專利權。



無線電家——??

愛智兒——是的，不要奇怪。而且我可以把它說給

你聽。就要你答應不把它告訴給任何人。

無線電家——我以先知的鬍子爲誓。

愛智兒——不要取笑；事情實在是非常的嚴重。我



發明了一種儲蓄電的東西，攜帶非常便利。濕電池是非常的笨重，而且裏頭有流質不便於攜帶。我那是用了充了電的儲電器。我什麼時候需要，我就可以用儲蓄在它裏頭的能力。兩個極柱用金屬線連接起來就可以流通電流。

無線電家——你差不多是對了，親愛的姪子。當然充了電的容電器是儲存着相當的電能，但是那能量卻極有限。你往別處想想，假若你把容電器的兩個極柱用金屬線連接起來，那就會發生什麼？

愛智兒——像我剛纔所說的，它會通過電流。

無線電家——但是這個電流祇有一個極短的時間。在開始的時候電流是够強的，但是後來在容電器裏的各個板片上的勢差漸漸相等，於是電流就停止住了。那麼假若你用它來點電燈，祇能够亮一會。

愛智兒——真可惜！可是能不能把這電流的消失減慢一點？

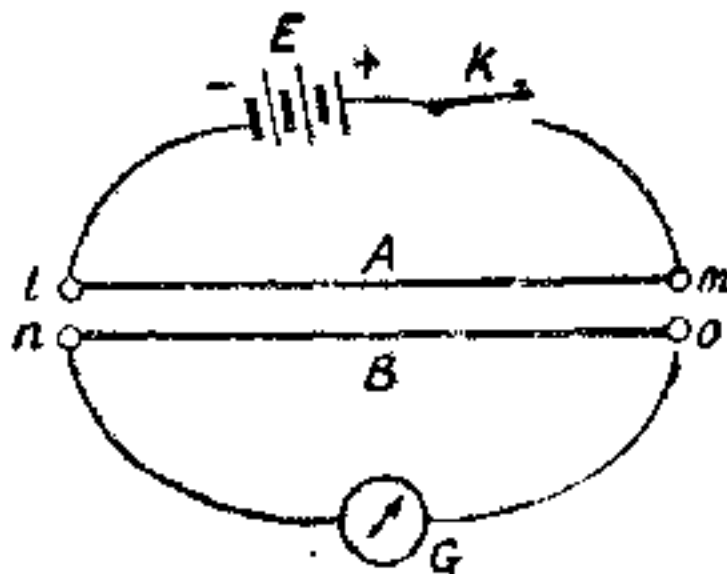
無線電家——有一個方法可以作得到。但是要明白這一點，你必得先知道電流的一個本質。

那個我還沒有對你解釋過。

【最簡單的無線傳遞能力】

無線電家——我那話是指感應的神祕現象說的。請看(圖二十二)我把兩根金屬線A同B平行着放在那裏,相離有幾厘米遠。A線的兩端使它與電池E相連。它的電流的流通或停止,我可以以用斷續器K來管理。在B線的兩端我連接上一個叫作電流計的儀器。假若有電流通過,它的指針就要離開它原來的位置。不但這樣,它更會隨着電流的方向而移動指針,我們可以因之而斷定電流的方向。

愛智兒——奇怪,你把電流計連接在不通電的B



圖二十二——兩根平行的金屬線A與B,並不相接觸,然而在A線上通電能使B線發生電流。



線上決不會有電流的，因為它並沒有連接着電池。

無線電家——然而你錯了。看我關上（連接）斷續器K……

愛智兒——真怪！那電流計恰好同時也移動了，但是現在它又回到它原來的地方了。

無線電家——於是我們可以把剛纔發生的這個現象作一個概說。當着我關上斷續器的時候，電池E所發出的電子立刻就通過A線從1到m，同時在B線上也立刻通過電子（如電流計所表示）從o到n，即是與A線相反的方向。現在在A線上流通着電流，但是在B線上卻沒有了。來！

愛智兒——奇怪！A線和B線並不相關連，然而在A線上有電子流，卻能引起B線上的電流來！

無線電家——現在再教你看另一件怪事，我開開（隔斷）斷續器K，那麼現在我們就把A線的電流停止了。你看發生了什麼結果？

愛智兒——是的！你停止A線上的電流的時候，B線上的電流計又指示出電流從n流向o，接着就停止了。



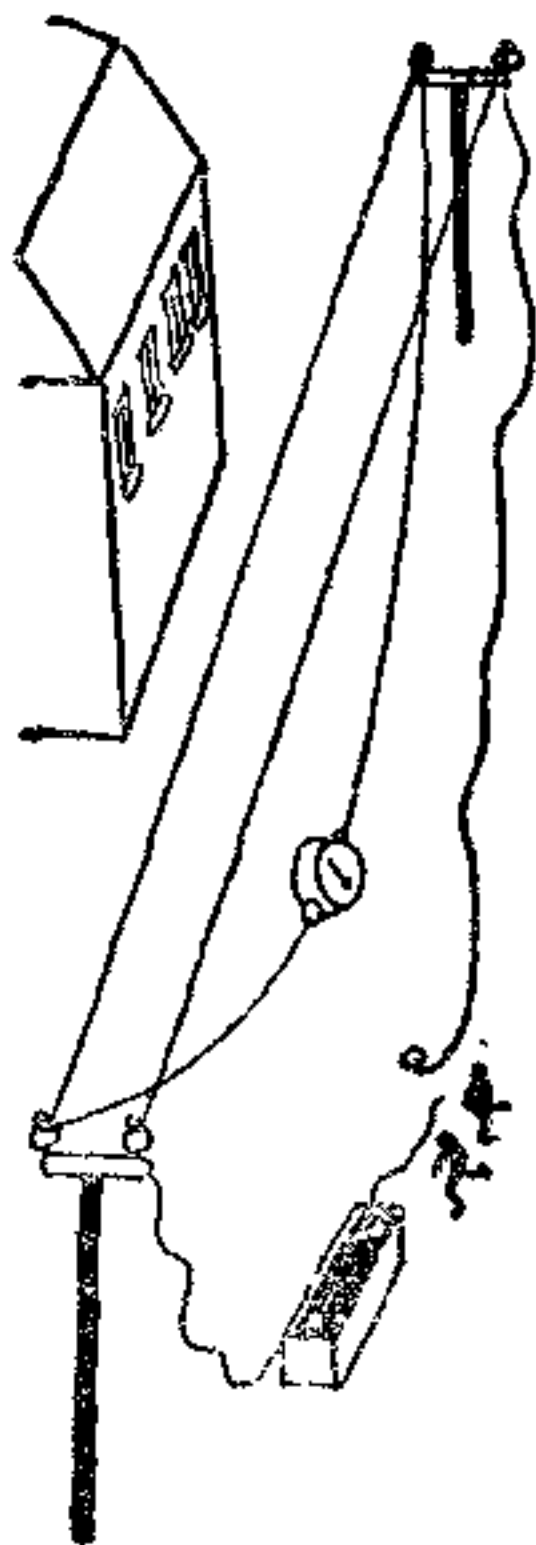
無線電家——你能把

所看到的這一切概括的說出來嗎？

愛智兒——讓我努力

想想。當我們有兩根平行線的時候，在其中的一根上面通過電流或是中斷電流，另一根就會發生暫時的電流。在通過電流的時候，兩線上面的電流方向相反，中斷的時候——一樣。

無線電家——這種間離開而能使兩線有影響或發生電流的現象，人們叫作感應。這種因感應而發生的電流，人們叫它作應電流。虧了這感應作用我們纔實現了能力可以不用線來傳遞，像你剛纔所見到的，雖則遞送量並不大。



【關於線圈的一點談話】

愛智兒——能不能把它加大？

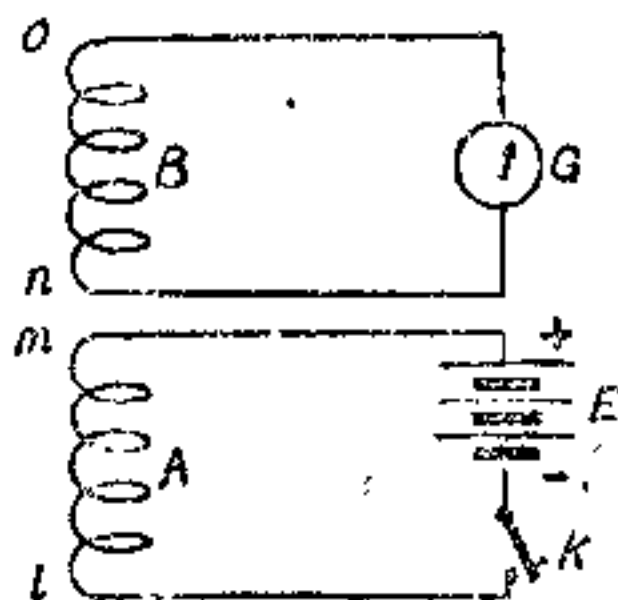
無線電家——能，但是爲了要把它加大，人們多半喜歡把這兩條線改成圓圈的形狀。那樣一來，我們可以把這兩個線圈靠近而看到同樣的現象。

愛智兒——這實在很容易明白。你就好像拿了兩條極長的平行線，然後又把它們環繞起來，永遠是保持着同一的方向，假若有人能用「平行性」這個名辭來說明環狀線，我也會贊同的。

無線電家——你祇猜到了一部分真理。實際還有一個別的因子幫助着加強了線圈的感應作用：這就是在同一線圈上各環間的感應。

愛智兒——那我不明白。

無線電家——事情很簡單，但是要注意！當着我關連斷續器K（圖二十三）的時候，在A線



圖二十三——我們用A與B兩個線圈來代替金屬線，感應的現象仍舊可注意，或者還更強一些。

上有電流從 l 到 m 。同時在 B 線上有被感應的暫時電流從 o 到 n 。當着我開放 K 的時候， A 線電流停止而 B 線有應電流從 n 到 o 。

愛智兒——那是我已經知道了的。

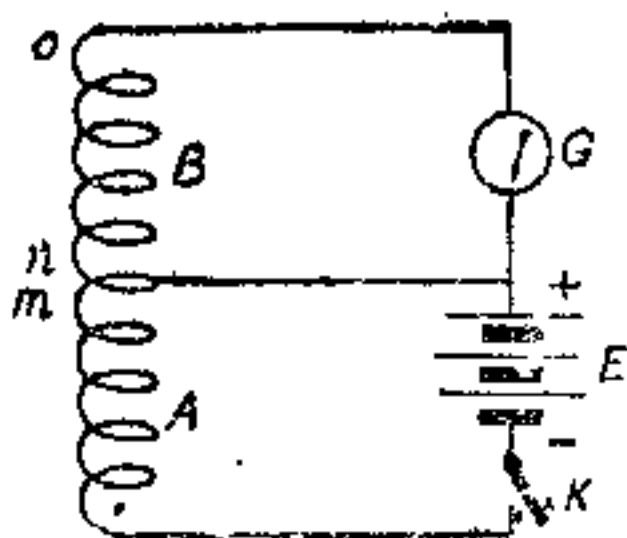
無線電家——假若我們把兩個線圈的 n 點和 m 點相連（圖二十四），情形仍然沒有改變。關上或是開開斷續器 K ，在

B 線上還是有相反或是相同的應電流。現在我把兩個線圈中間相連（圖二十五），在關連斷續器 K 的時候會怎樣？

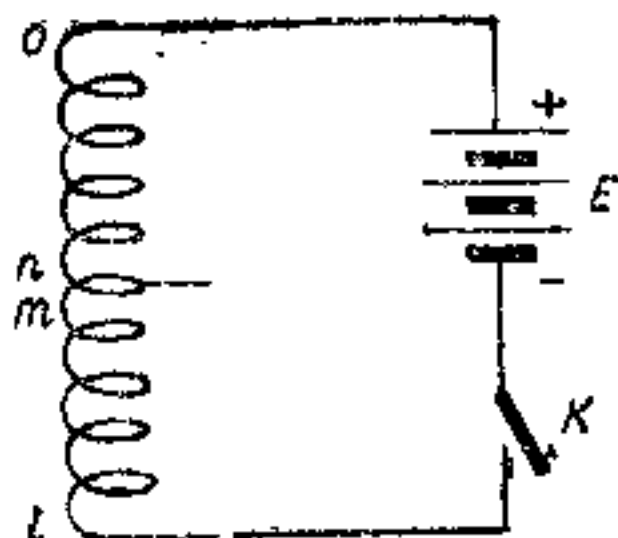
愛智兒——從 l 到 o 發生電子流。

無線電家——但是電流在從 l 到 o 以前，它先從 l 流到 m ，而我們知道，在電流從 l 流到 m 的期間……

愛智兒——……從 o 到 n 也發生應電流。



圖二十五——感應的現象，在一個線圈裏同樣的可以看到。



圖二十四——把 n 點與 m 點連接起來，原則上仍舊沒變。

無線電家——現在你

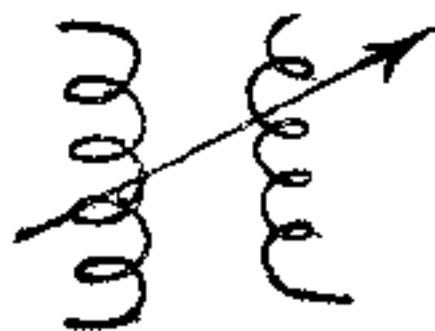
會很容易的猜出來，假若我

把K開開，會發生什麼事？

愛智兒——等一等！K

一被拿開，從I到m的電流

就停止了，於是從n到o發生應電流。



【關於汽車肇事的一點哲學】

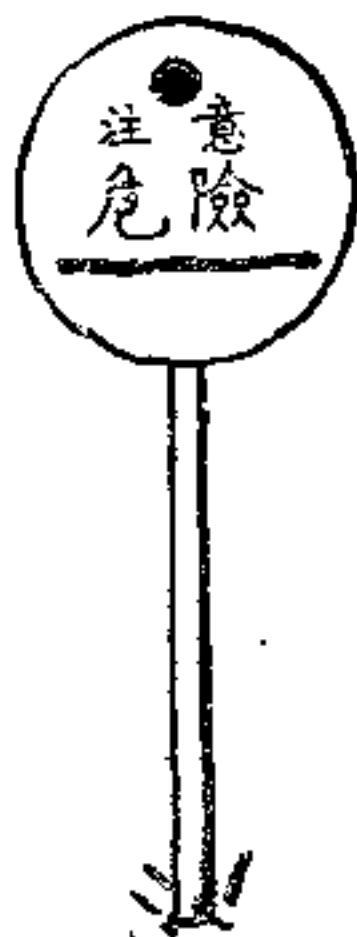
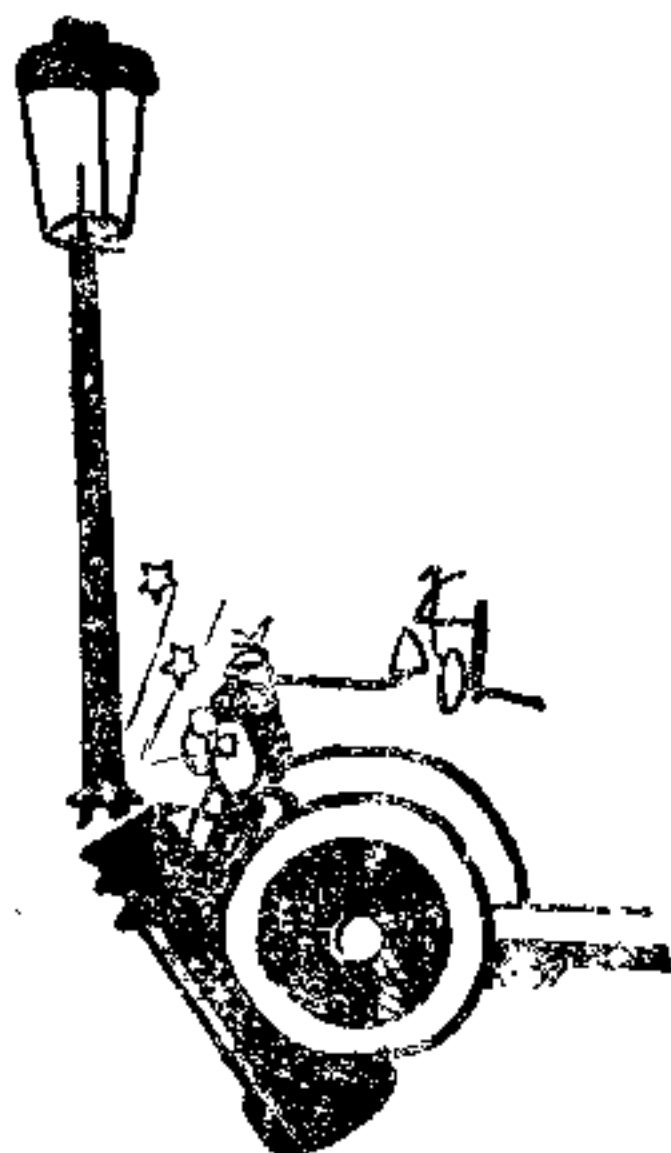
無線電家——現在我們能够作一個

重要的結論了。我們看到，當線圈上面通過

電流的時候，就會在它的自身引起方向相

反的電流，而在電流消滅的時候，會在它上

漫談五 關於感應線圈和汽車的出事



面引起方向相同的電流。人們把這叫作線圈的自感應。當我們把電流通過線圈的時候，它不能夠馬上達到它的充分強度，因為它的自感應與它相反。反過來說，當我們中斷電流的時候，它也不馬上消滅，因為它本身的應電流還會繼續延長一些（極短）時候。你明白這件事了沒有？

愛智兒——我的親愛的叔叔，你知道我從來沒有把你想作是一個好教育家。不要生氣……今天就證明了你了，因為你連一個具體的例子都沒有舉出來。那麼，讓我來幫助你吧。以我的意見，電子和汽車很相像。

無線電家——？——？——？……

愛智兒——是的，電子不容易立刻行動，因為它受到應電流的阻礙；可是要停止它的時候，因為有應電流的延續，所以也不能馬上停止——這就如同汽車不能立刻行動或是馬上停止一樣，因為它有惰性。

無線電家——你的例子非常值得稱讚。實際上電子是像有惰性不容易立刻行動。然而當它們行動了以後，它們就不喜歡停止它們的行動。

【無線電的主要電路】

無線電家——現在我們可以回到今天在開始談話的時候你所發的那個問題了：容電器能够把它所充的電流的消失減慢一點嗎？假定我們有個充了電的容電器（圖二十六），它的片1是正的面片2是負的。若是我們關連斷續器，當時就會有放出來的電流通過線圈。但是你想一想，這放出的電流會是一種什麼東西？

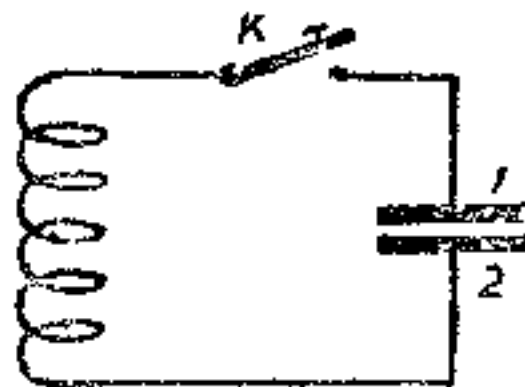
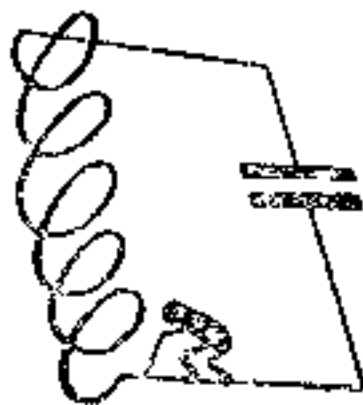
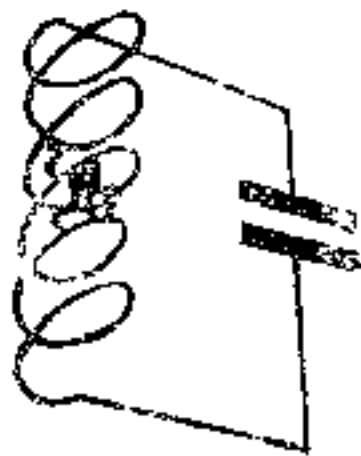
愛智兒——因

爲線圈的本身有自

感應的特性……

無線電家——

好極了！



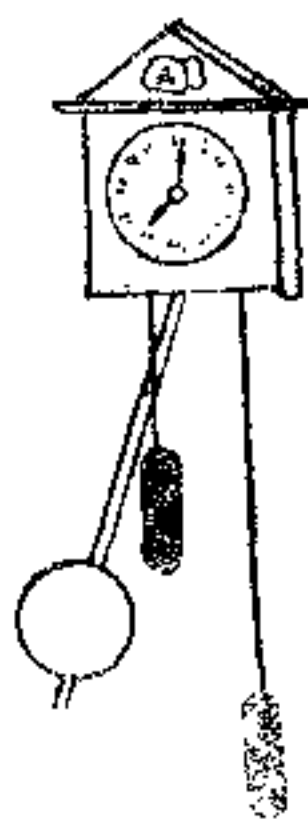
圖二十六——振動電路是由容電器和線圈組合而成。

愛智兒——……電流開始增強，但是當着容電器各片中間的勢差等於零的時候，電流就停止了。

無線電家——不對！你開頭很好，但是說到末了就不正確了。當容電器的各片之間的勢差相等以後，實在還有電流，它並不馬上停止，因為還有同方向的應電流繼續下去。那麼它在微許的時間內，仍舊會把電子從片2送到片1上面。那麼現在會怎樣？

愛智兒——現在在片1上有比片2上更多的電子。那麼現在片1變成陰電荷，而片2變成陽電荷。

無線電家——是的人們說這容電器是又充了電了。於是現在一切再重新開始一遍。那麼電子會在容電器的片1和片2中間不停的振動，經過線圈一會兒到那裏，一會兒又回來。這種電路，人們叫作振動電路（電路是電流所經過的物件的全體；它是無線電技術的主要根基）。



愛智兒——怪事！那麼人們祇要把容電器充電一次，就可以利用這振動電路使它作永遠不停的动作了？

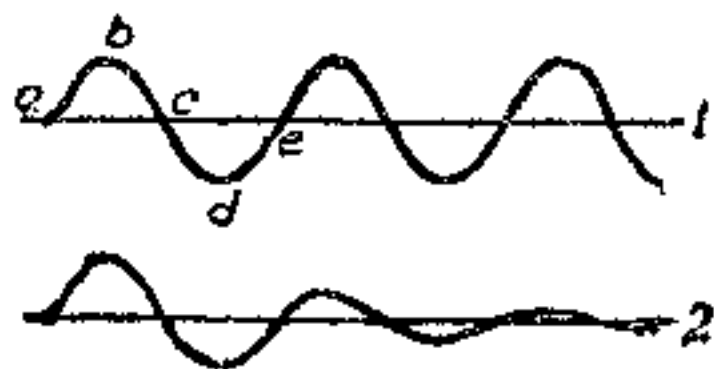
無線電家——在理論上是可以的，實際則不可能。電流通過金屬線的時候，消失了它一部分的能力，那麼它振動了幾次以後就變得很弱了。爲了要使得這種振動能繼續下去，必得從外面把這消失了的能力再加入到電路裏去。關於這一點，在下一段漫談裏我還要對你講到。

愛智兒——那麼，那些在振動電路裏的電子，就好像鐘裏頭的擺一樣；它回到了它原來的正當位置以後，因了惰性的緣故，卻繼續移動到另一方向去，隨後又回來；於是就這樣繼續下去，來往移動，永不停止。

無線電家——是的人們常把電子的振動同擺的振動相比。注意，假若你推動一個自由懸掛着的擺，它的振動會漸漸的停止；因爲它的能力消失在同空氣的摩擦上面。在時鐘裏頭的擺的振動，是從旋緊了的發條上面得到少量的能力，所以它的振動是繼續的。下一次我要對你講人們怎樣會把那所必需的少量能力引入容電器中，可以使得它的放電電流的振動能够繼續下去。

附告——爲了通曉用幾何學的方法來表示現象的讀者們，看二十七圖的圖解就可以明瞭。1是用正弦曲線來表示振動放電電流的理想強度。電流從a點出發，因了線圈的自感應作用，它並不是立刻就增強，而是慢慢的升到b點。在這個時候，容電器的正負片之間的勢差變成零，但是因爲有線圈的感應作用的關係，電流並不立刻停止。而由b漸漸的降落到c點。到了c點以後，容電器又重新充了電，於是一切又從頭再來一次，但是方向卻相反，因爲容電器的兩個片子所充的電的正負和以前正相反。於是電流在c d e三點之間變動。到了e點，情形又同從a點初次開始的時候一樣，於是從a到e的變動又重新來一下子。我們於是就有了「週期性」的現象。

在實際上，放電電流的情形與2式相仿；由於電流能力的消失，它的強度也就衰落下去，經過幾個週期以後，震動就實行停止了。



圖二十七——以圖解來表示振動的放電電流，1是理論上的圖，2是實際的圖。

漫談五

關於感應線圈和汽車的出事



五九



漫談六

特別關於雪球和無線電報

在現在這段漫談裏，這個叔叔開始講解各種無線電儀器的功用。他所討論的第一個問題是等幅振動發生器的功用；一般認為這是無線電學中最難通俗化的一章。然而這個叔叔卻把這個問題化為簡單的事，非常成功的作到了。而且永遠都是根據着科學，符合最現代的電學理論。但是這並不是說，讀者只要讀完了這一節漫談，就可以同我們的親友愛智兒所說的戲言一樣，很容易的就把它消化了。

完全不是那麼一回事！讀者必得把以前的幾段漫談讀熟，在它們的基礎上面，纔能建立起第六段的漫談來。請重新再把它們讀過！並且在讀的時候要充分的留心。

假如你意識到你已經明白了艱難的問題，那麼這意識豈不就是你努力的最好的報酬嗎？

【它是個野蠻字嗎？】

愛智兒——親愛的叔叔，你知道，我完全不是好問，然而我卻懇求你解釋，你那麼神祕沈靜的費了一小時的工夫在桌子上建造的東西到底是什麼。我看見其中有一個可變容電器，兩個線圈，一個真空管和兩個電池；這許多無線電材料所作成的是一個什麼東西？

無線電家——它是一個外差機 (Heterodino)。

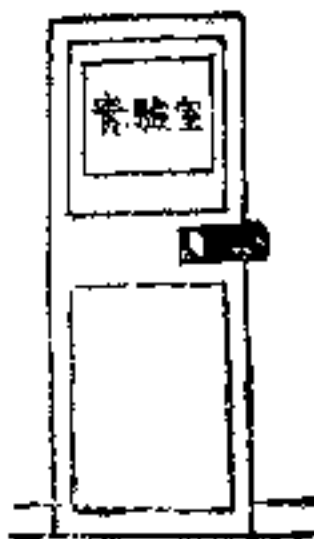
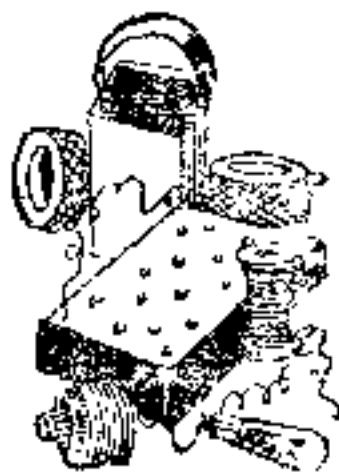
愛智兒——外——差——機？它是一個野蠻人的字嗎？

無線電家——聰明點！這是一般人對於等幅振動發生器的名稱。

愛智兒——「發生器」好像是「產生用的器具」的意思？

無線電家——是的，正對。

愛智兒——那麼，外差機產生等幅振動了……現在我想起來了，你以前曾對我說到過振動

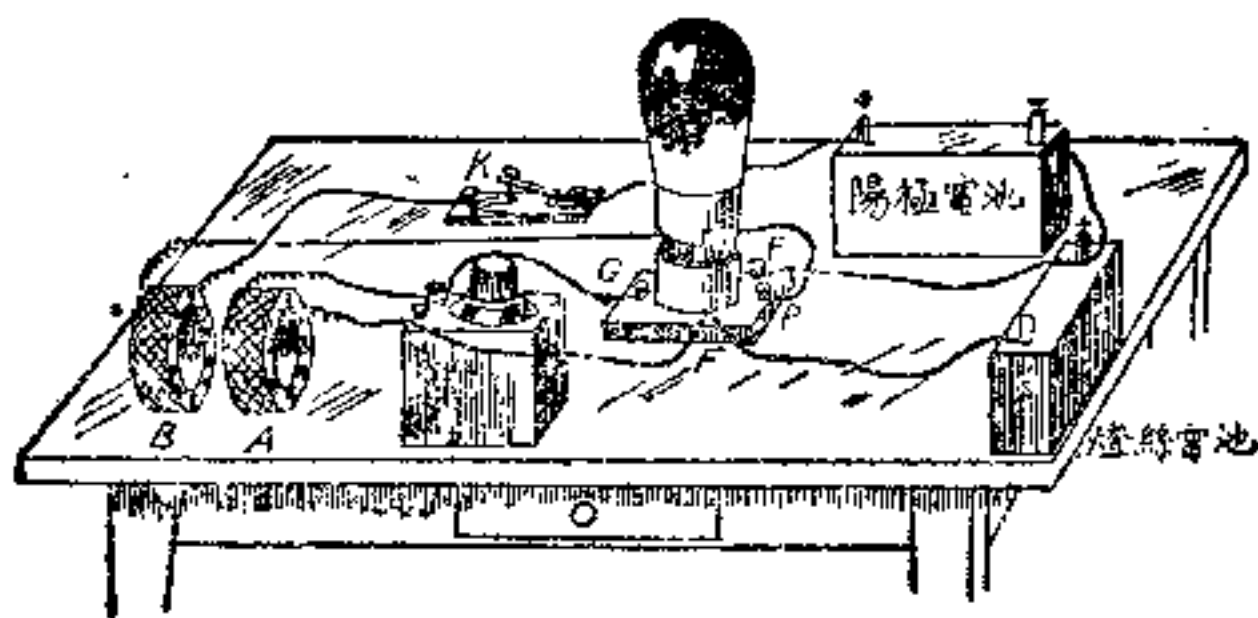


電路，而且當着容電器所放出的電流由線圈通過的時候，我們就會看出放電電流有振動，但是振動電流因能力在導線中消失，很快的就停止了。

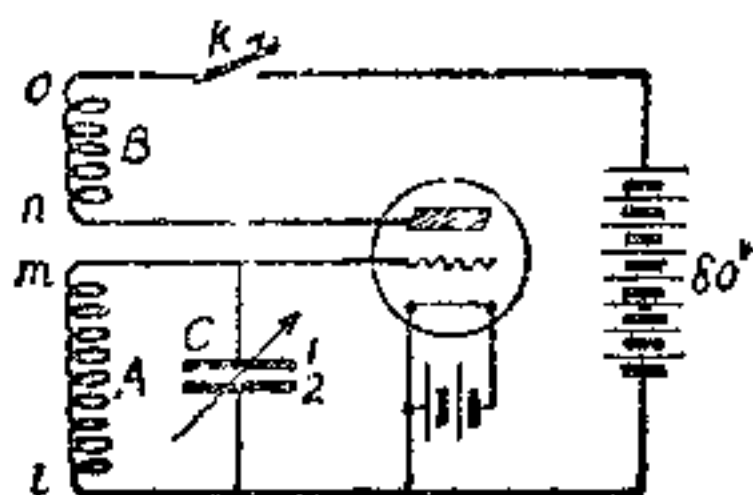
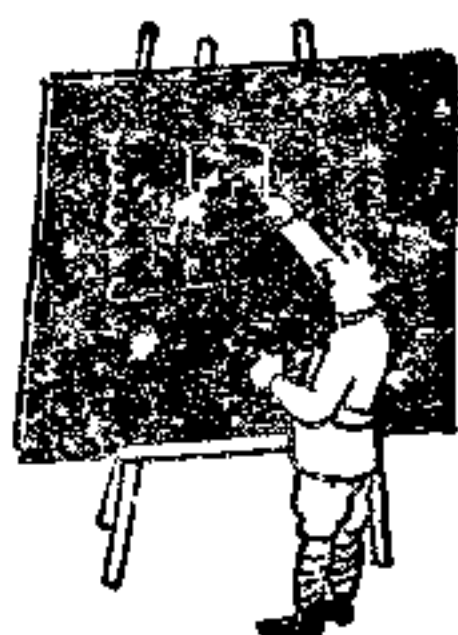
無線電家——很對。我並且答應給你講一個能使放電電流的振動繼續不停的儀器；外差機就是專為這件事而發明的。你已經知道幾個在無線電上應用的符號，像容電器和真空管的符號等等，你能把我所造的這個外差機畫出一個圖表來嗎？

愛智兒——請等一等！我們在這裏有由線圈A同可變容電器C所組合成的振動電路。這一個振動電路與真空管裏的柵極和絲極相連……（圖二十九）

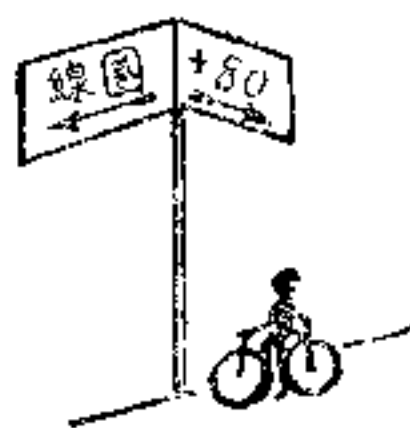
無線電家——它同它所連接着的柵極和絲極，更加



圖二十八——裝置在桌子上的外差機，A與B是線圈；C是裝在小匣裏的可變容電器；K是斷續器；F G P是插真空管的管座（接燈絲，柵極與屏極）。



圖二十九——外差機的理论上的線路圖。在A與B兩個線圈上因互相感應而產生高頻率的交流電流。電流的頻率是由A線圈的感應係數和容電器C的電容量而定。



上絲極和柵極中間的空間，造成這種振動電路；這我們單把它叫作柵極電路。但是此外我們還有陽極（即屏極——譯者註）電路。它是由……

愛智兒——……由陽極板（即屏——譯者註）線圈B，斷續器K，八十伏打的電池，絲極，和陽極與絲極中間的空間所組合而成的。

【不可見的發生物】

無線電家——還有一件事要得注意，這兩個線圈相離很近，因此在它們中間也有感應。現在我把這個斷續器K關連起來，把燈泡點着，這一會兒發生了什麼東西？

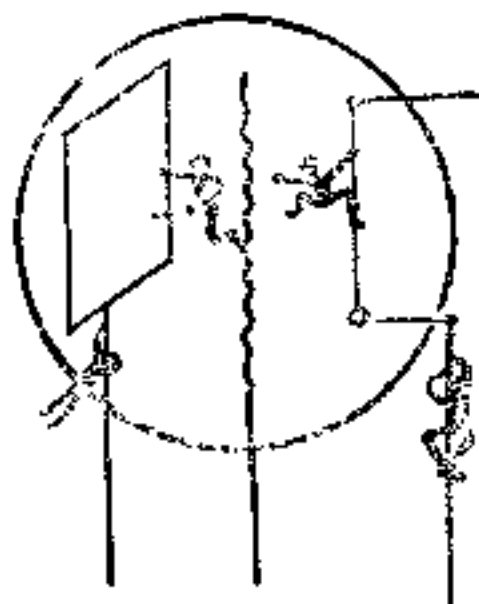
愛智兒——好像沒有什麼東西。

無線電家——你弄錯了。當然你看不出有什麼東西，但是在這一霎時確實發生了好多極有趣的現象，這一會兒還在那裏繼續着。

愛智兒——我看不見它們，怎麼能斷定它們的存在呢？

無線電家——用理智去思想一下這件事情，你應該記得，我曾對你說過，在八十伏打的電池連接到燈絲和陽極上以後，燈絲燒熱了……

愛智兒——在燈裏面就發生出從燈絲流到陽極的微小電子



流。

無線電家——把這電流所經過的全部路線講給我聽聽。

愛智兒——它恰好是這樣走，像你所稱呼的陽極電路一般。它從八十伏打電池的負極上出發（在二十九岡上的下方），電子到了燈絲上頭，再從它跑到陽極板上，穿過線圈B從n點到o點，然後回到電池的正極。

無線電家——你的正確性很值得讚美。現在要注意：你剛纔說過，流通着的電流，是從n點到o點穿過線圈B，那麼它在線圈A上引起……

愛智兒——……另一個方向相反的電流，就是從m到l。

無線電家——在我們的理論中，這是很嚴重很值得注意的一點。應電流的電子是從什麼地方來要到什麼地方去呢？

愛智兒——它若是從m流向l，那麼它就是由柵極同容電器的板片1上放出來的電子組合成的。它們要流向絲極同容電器的板片2那裏去。①

①我們用兩個片子來表示容電器，實際上當然可以由比兩組更多的片子所組成。但是如作者在漫談四中所說，每組無論有多少片子，也只是同一個大片子一樣。橫過容電器上面的那個箭頭，是表示這個容電器是可變的。

無線電家——那麼它在柵極同絲極中間，造成某種程度的勢差了。

愛智兒——當然。柵極因為缺少電子，同絲極比較起來就成為正的了。而絲極因為電子豐富，就成為負的。

無線電家——好極了！你還記得嗎，柵極變成正電荷的時候，真空管中要發生什麼？

愛智兒——你在我們的漫談三裏本來已經說過了：從絲極到陽極的電子流更加大了。

【球變大】

無線電家——你的記憶力使得我驚訝！現在你想一想，加大了的陽極電流通過線圈B的時候會發生什麼？



愛智兒——在線圖A上受它感誘而發生的電流也就更強；柵極也就更變成正的了……奇事！於是陽極電流再更加強，因為我們可以把我們前面的推論一字不移地再重複一遍。於是陽極電流就會無限的增長……你為什麼笑……

無線電家——因為我太贊美你的記憶力了……你說對了：這事情完全和滾雪球一樣。祇要滾球頭能夠滾起它來，那麼再向前滾，就會越滾越大。在外差機中也是這樣：祇要把斷續器K連接上就夠了，陽極電流自己就會越來越強。然而你以為陽極電流會無限的加強，卻是錯了，你想一

想「飽和電流」……

愛智兒——真是活見鬼……請你原諒……當然你已經說過就是當着燈絲上所發出來的「所有的」電子都到了陽極板上以後，就達到飽和點而起波浪般的振盪了。於是電流再也不會增大了。

無線電家——那麼現在你看到了，我的孩子，陽極電流在開始的時候增長，後來達到強度的極限，就不再增長了。

愛智兒——那麼它就這樣永遠保持着同樣的價值嗎？

【雪球溶化……】

無線電家——完全不對！你要注意，因為陽極電流經過B線圈不再變更，它在A線圈上也就不能引起什麼感應來了。於是在片1上荷有正電，在片2上荷有負電的容電器就開始放電。從片2和燈絲上流溢出來的電子，經過A線圈又回到片1同柵極上面。這樣一來會發生什麼結果？

愛智兒——柵極比起絲極來就成爲負的了；我的意思是說，它們中間的勢差是變小了。於是柵極吸引電子的能力也就減小，而陽極上的電子流也隨着變小。

無線電家——電子流變小的時候，通過B組圈從n到0的陽極電流，在A線圈上就會引起應電流；但是這時的電流是從1到m。

愛智兒——這個電流實際是幫助容電器放電的。

無線電家——你說對了。並且這樣一來，當着容電器把電完全放完之後，電子繼續從燈絲和片2上面向着柵極同片1流去。

愛智兒——那麼柵極現在又變成負的了，而容電器又重新充了電，但是它所充的電的正負極正和以前相反。啊，我想出來了，因爲柵極變負的緣故，陽極上的電流也變小了，到最末了竟變成零，什麼也沒有了，可是以後呢？



【……於是一切再重新開始】

無線電家——以後因為在B線圈上沒有電流通過了，所以在A線圈上也就沒有感應電流存在。但是，不要忘記了，容電器現在已經又帶了電；片1帶負電而片2帶正電。現在又沒有什麼來阻礙它的放電，於是現在電子又從柵極和片1上面流到燈絲和片2上面去。

愛智兒——於是柵極變得不是負的了。是不是？於是陽極電流又重新開始。它又變大了，又在A線圈上引起電流，使得容電器放電放得更快。

無線電家——那麼容電器終於放了電，即是在燈絲和柵極中間沒有勢差存在了。但是同時陽極電流又加大了，於是又回到開始時的情形。這樣全部的經過一遍一遍的演着……你能够把這一切很簡要的結束一下嗎？

【愛智兒費了點腦筋，得到結論了】

愛智兒——等我想想看。當着我關上斷續器的時候，那正在開始的陽極電流因了感應作用

而使得柵極變成正的。它也使得陽極電流加大，而至於達到飽和狀態。那時荷載着應電流的容電器C就開始放電。柵極的正性減小，陽極電流也漸漸地小，而且因了受感應而發生的電流是促進容電器C的放電的，那柵極終於變成負的了，陽極電流沒有了，而容電器又帶了電，現在它又開始放電，陽極電流又重新發生，於是一切又重新來一次。



無線電家——好極了！那麼你看見了在柵極電路中有往復的交流電流，即按週期變換方向的電流。在陽極電路中的電流也是忽然一會發生忽然一會兒沒有了。因此這電流是振動的。柵極電流從零點增長到它的最高點，又降落下去，隨後走向相反的一方面，又達到它的最高點，於是又回到零點，這個時間是叫做交流電的一週期或是一個循環。

【愛智兒大錯了！】

愛智兒——一週期的時間有多麼長？照你說起話來那樣長法，它一定是有幾分鐘的工夫了？

無線電家——你是有點弄錯了。週期是靠振動電路一部分的數值來決定。這就是說它得靠容電器的容量和線圈A的自感係數而定。我在我的等幅振動發生機中所用的是一個二百圈的線圈，由於它的自感係數是一定的，和一個0.0001微法拉特的容電器合起來，它的一週期的時間是0.0000002分之一秒。

愛智兒——？！？……

無線電家——你不要奇怪。因為電子本身幾乎沒有惰性，所以它們能夠極快的改變它的行動的方向。於是在一秒鐘之內可以有一，六七〇，〇〇〇（ $=1:0,000,000$ ）週期或是循環。現在請你回想一下我們的第一段漫談。我曾說過，在一秒鐘之內週期的數目，我們叫它作頻率。我們的等幅振動發生機中的交流電流是高頻率，就是說，它是用來發無線電報或是無線電話的。

愛智兒——你怎麼去用它呢？



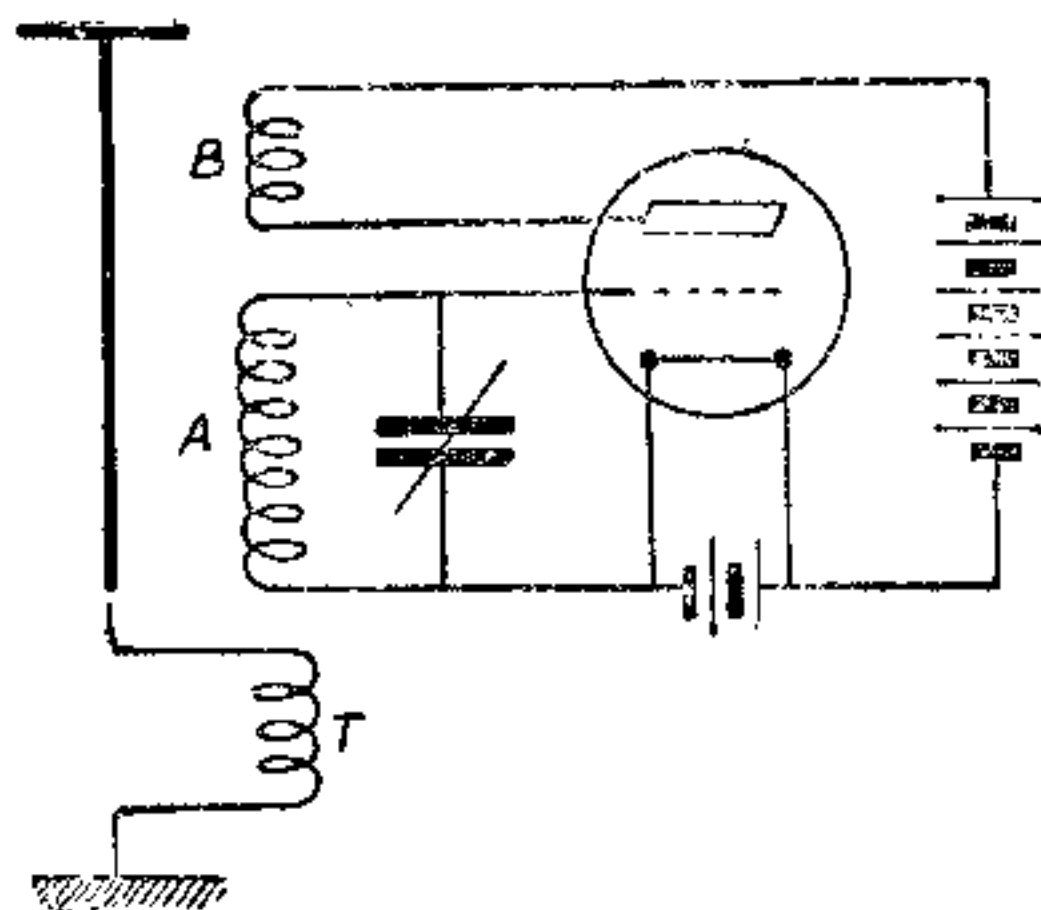
【電報發送機】

無線電家——很簡單，我在這機器的兩個線圈旁面另放了一個T線圈（圖三十），我把它的一端接天線，另一端接地線。在A線圈上的高頻率電流在T線圈上面引起同樣的電流，隨着在天線上面也有了。

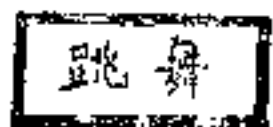
愛智兒——親愛的叔叔，你沒有弄錯嗎？那天線和那T線圈以及連接着地面的那根線，實際並沒有組成一個不中斷的可以循環的電路呀！那麼它怎麼會有電流呢？

【電子在天線上的跳舞】

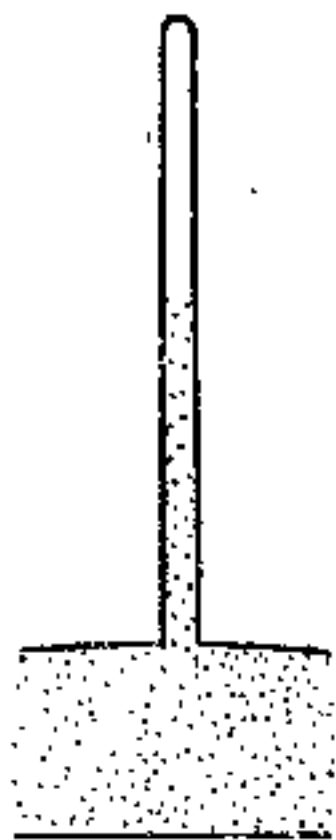
過談六 特別關於電線和無線電報



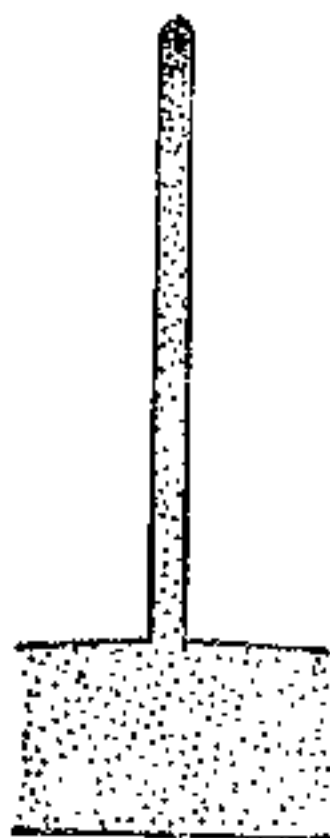
圖三十——電報發送機的電路圖。它是由於一個強有力的外差機（與二十九圖相同）和天線交連在一起而成的。由於外差機中的線圈和天線中的線圈互相有感應作用，就可以發報。



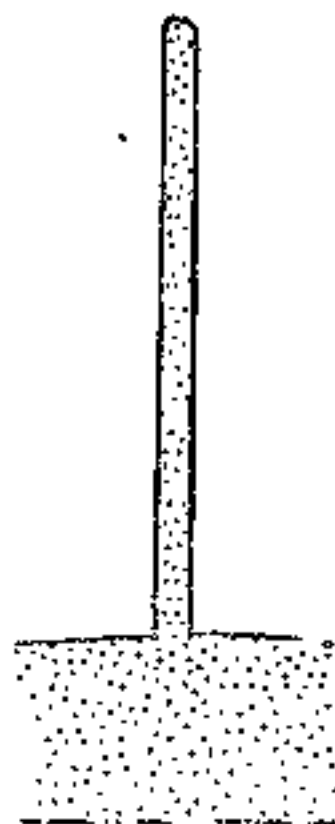
無線電家——爲了使你明白這件事，我祇這樣對你說好了：電子是能够從天線的沒有接線的那一頭跑到地面上，然後又跑回來。它們是忽而都聚集到天線上，忽而又聚集到地上。我們可以假定，在天線沒有受到其它的電流的感應的時候，它的電子的密度是很平均的（圖三十一）。交流電忽而使得電子們都聚集到上頭（圖三十二），忽而又把它們



圖三十一——交流電把電子又趕進地裏的後半週。



圖三十二——交流電使得電子聚集到上端的半週。



圖三十三——在這裏是用一根在地面上直立的像管子一般的東西來代表天線。當它上面沒有電流來回流動的時候，電子在它上面分佈的是最平均的。

趕到地下（圖三十三。）

愛智兒——那麼它們使得在地上的電子羣的密度更大了？

無線電家——是的！但是還是差不多一樣。多少水滴纔能使

得大洋的水面加高呢。在地面上的電子的數目實在是太大了

……

愛智兒——那麼現在我明白高頻率的電流是怎樣在天線

上面振動了。可是人們怎麼樣用它來發電報呢？

【莫爾司式電碼】

無線電家——人們利用斷續器K的接連（關）和間斷（開）就能發

出劃（時間繼續稍久之電流）或點（暫時電流）的分別來，再把這些點和

劃組成莫爾司式電碼（圖三十四。）在接收天線上面，也發現同類同長的電流，一些熟諳這種信



號的人，利用收音機聽了這些長短不同的信號，就立刻可以像字母一般的懂得它是一些什麼了。

愛智兒——你今天所說的一切，在我的腦中引起了一大堆的問題；假若電流的頻率需要改變的話，怎樣去變動它呢？收音機是怎樣構造的一個人能收到多遠的電報信號？在接收天線上而為什麼會發生同樣的電流呢？多少……

無線電家——頭一件，讓我來問你一個問題，現在幾點鐘了？

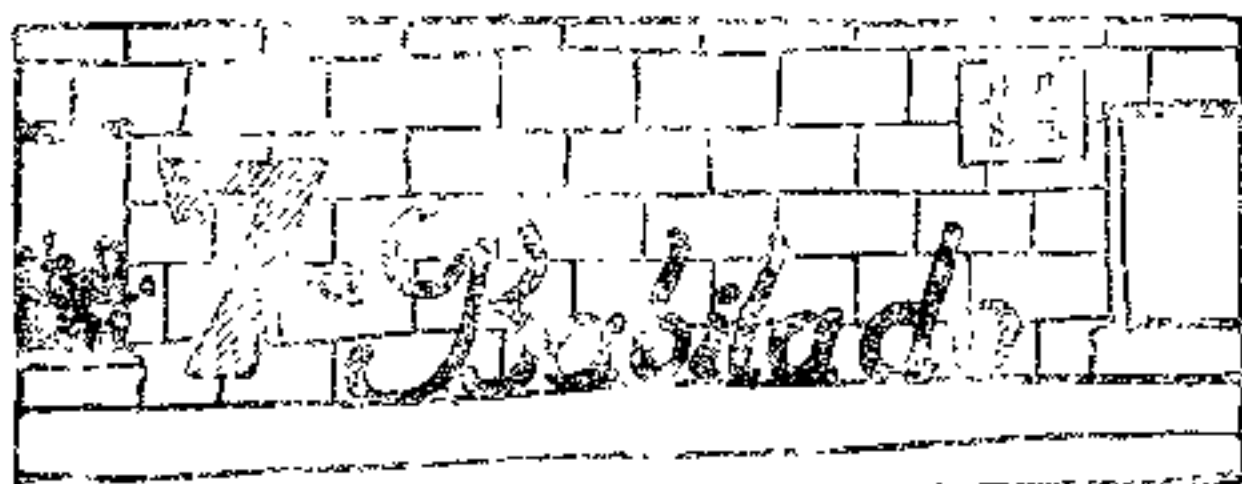
愛智兒——十一點。但是我還……

a	· — — —	n	· — — —	1	· — — — · — — —
b	· — — — · — — —	o	· — — — · — — —	2	· — — — · — — — · — — —
c	· — — — · — — —	p	· — — — · — — —	3	· — — — · — — — · — — —
d	· — — — · — — —	q	· — — — · — — —	4	· — — — · — — — · — — —
e	· — — —	r	· — — — · — — —	5	· — — — · — — — · — — —
f	· — — — · — — —	s	· — — — · — — —	6	· — — — · — — — · — — —
g	· — — — · — — —	t	· — — — · — — —	7	· — — — · — — — · — — —
h	· — — — · — — —	u	· — — — · — — —	8	· — — — · — — — · — — —
i	· — — —	v	· — — — · — — —	9	· — — — · — — — · — — —
j	· — — — · — — —	w	· — — — · — — —	0	· — — — · — — — · — — —
k	· — — — · — — —	x	· — — — · — — —		
l	· — — — · — — —	y	· — — — · — — —		
m	· — — — · — — —	z	· — — — · — — —		

圖三十四——莫爾司式電碼。點是代表短的訊號，劃是代表長的訊號。

無線電家——祝你夜安，小朋友，等下一次吧！





漫談七

關於長廊和廣室

當着一個人考察一片沒有人到過的地方的時候，有兩個方法可以應用：他或是開始有計劃的照着這片土地的面積和周圍的界限測量一下；或是很快的深入這片土地，祇考察不大的一條路線和注意幾個主要的特點。

「漫談」的作者在這裏所採取的是第二個方法。他勇敢的引導着讀者深入到無線電這片人所未知的境界裏去，但作者儘可能的避免了在這片土地上所在多有的數學公式和數目……

在前面的六段漫談中，作者用了適當的例子和推測，很成功的對讀者講明白了，在科學裏面對於無線電的種種現象的解釋有關係的電學常識。再者像真空管和無線電發射機的功用這種特別的題目也都已講過。

2. 以前以來的樣子，要說以前幾段所提到的關於振動電路和它的性質的短促的說明話。

「愛智兒讀『學術』文章」

愛智兒——現在我非常的迷上無線電了，叔叔我現在都開始看起專門的學術文章來了；但是很可惜，裏頭有許多是我不能夠懂得的。

無線電家——你看的是什麼？

愛智兒——我今天一整天全是在這裏看雜誌上的無線電放送節目。

無線電家——……那實在不是什麼太專門的文章有什麼你不懂得？

愛智兒——在所有的電臺名字旁邊，全都寫着它的「波長」，那是什麼意思？

漫談七 關於長廊和廣室

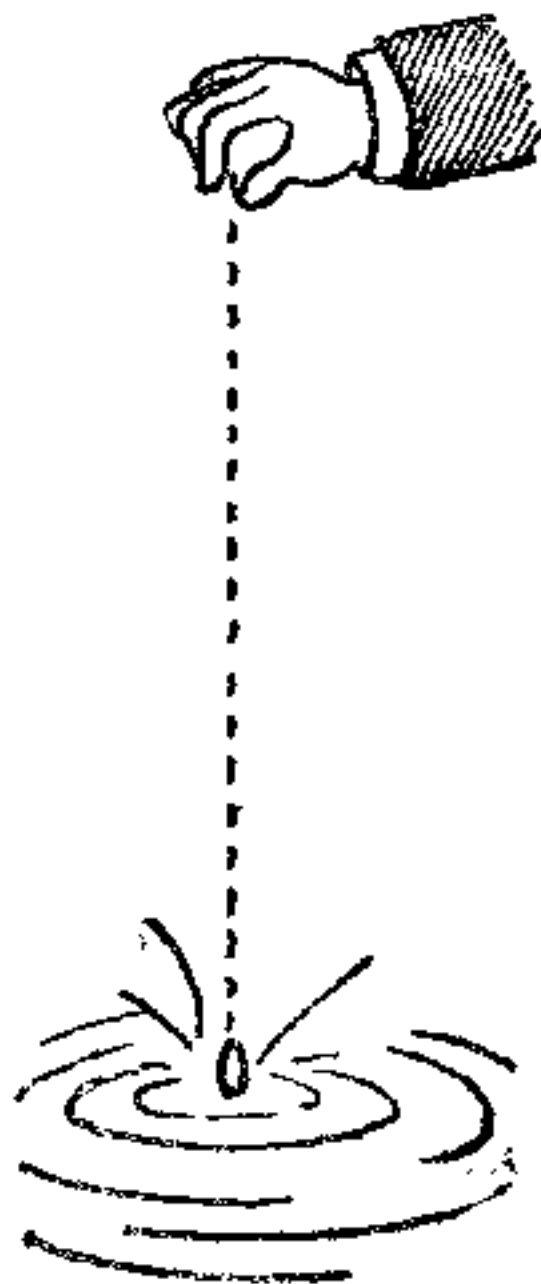


無線電家——我的小朋友，這件事並不複雜，你應該還記得，我以前曾對你講過電子在天線上的跳躍。在高頻率的電流裏，頭半週電子向上跑，下半週又向下跑回來。它們來回這麼一次，使得圍繞着天線的空間發生一種看不見的波浪。那種情形完全像往小湖裏投一塊石頭。這種波浪以圓形向外擴大，離天線越來越遠。人們把電子在天線上的這一個來回和另一個來回中間所距離的整個的空間的長度，叫作波長。

愛智兒——這種波長有多麼大呢？

無線電家——電波行動的速度是每秒三〇〇〇〇〇〇〇〇〇米，那麼……

愛智兒——這是非常簡單的數學問題，兩波中間的距離的長度，等於以它飛行時期內秒的



數目來乘速度。所以波長等於三萬萬米被電子一個來回所需要的時間（你會把那叫作週期）去乘。

無線電家——很對那麼假若週期是0，000001分之一秒……

愛智兒——波長就等於 $300\ 000\ 000 \times 0,000\ 01 = 3000$ 米。

無線電家——我看你還沒有忘記了小數點分數的乘法……

②我們現在可以把以前所說過的一切，都用非常簡單的數學公式來作一個結束。我們以 T 代表週期， F 代表頻率， λ 代表波長。

$$\lambda = 300,000,000 \times T; \quad T = \frac{1}{F}$$

我們於是又可以寫成：

$$\lambda = \frac{300,000,000}{F}; \quad T = \frac{\lambda}{300,000,000}; \quad F = \frac{1}{T}$$

知道了這些屋的其中一個的價值，就很容易計算出其他兩個的價值來了。還很明顯的看出 T 、 F 和 λ 代表了交流電的同樣的性質。

愛智兒——我現在明白那件事了。因為一直到現在，我還錯以為在雜誌上寫着的波長，是表示……那電臺的距離……離我們的家的遠近。

無線電家——那是很大的一個錯。然而許多對於無線電沒有多少智識的人都以為如此。

愛智兒——假若我把無線電波比作海裏的波浪，那麼我說波長等於兩個相鄰近的波浪的尖頂的距離，對不對呢？

無線電家——當然。我的朋友。雖然無線電波（假若它們存在……）在構造上比海的波浪是複雜到不能相比，然而人們非常好用你所舉的這個例子。

愛智兒——但是為什麼一般人爲了不同的電臺用了不同的波長呢？

無線電家——爲了不使它們同時全都聽到。在以後你對這件事會更明瞭。現在我祇給你舉一個簡單的例子：若是在我們這一市裏，所有的電話用戶都用一個號碼……

愛智兒——那纔好得很哩，因為人們打電話的時候，就無須乎在電話簿子裏查號碼了。

無線電家——不用腦子的人！可是那麼樣，在那個時候，女接線生知道你要同哪一個用戶談



話呢……波長的用處和電話的號碼一樣。它使你祇能收到你所要的電臺。

愛智兒——但是各個電臺怎麼樣會有不同的波長呢？

無線電家——祇是因為它們的交流電的週期不同。

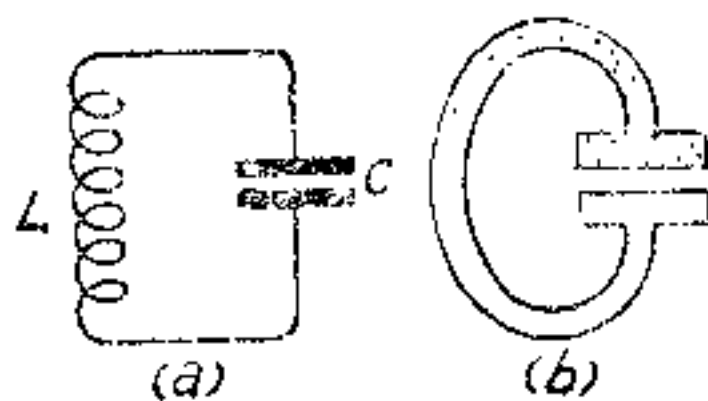
愛智兒——那我是能明白的，但是你卻沒有解釋什麼。人們怎樣去改變各個電臺的週期呢？

【多滋音的工作啊！】

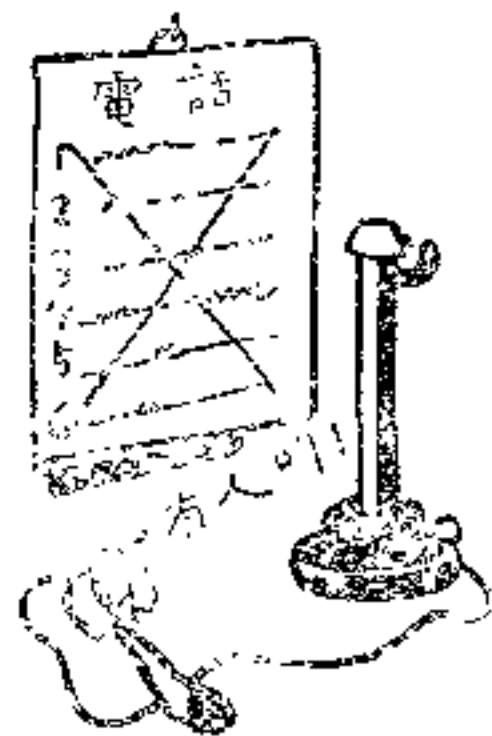
無線電家——我相信你自己就能夠回答你的問題。振動電路是由線圈和容電器組合而成的（圖三十五 a），好像是一個由長廊連接起來的兩間屋子，組合成一處奇怪的關閉着的地方（圖三十五 b），假設在上面的那間屋子裏，人太擠了……

漫談七 關於長廊和廣室

八三



圖三十五——由線圈和容電器所組成的振動電路 a，就如同兩間屋子被一個長廊所連接起來的 b 一樣，人們在那裏面回來回去的跑。

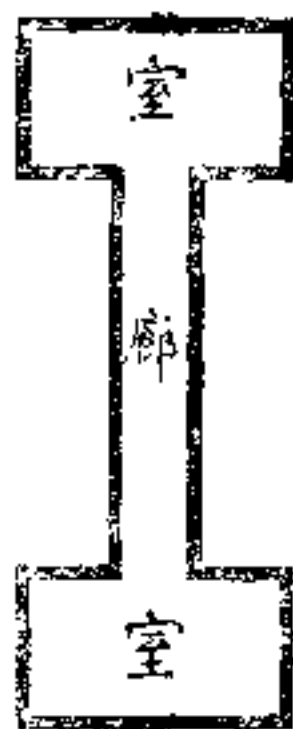


愛智兒——我明白了！這兩間屋子是容電器的兩個片子，它現在已經充了電了，因為所有的人電子都在一間屋子裏。

無線電家——我並不懷疑你的推想力，然而不要打斷我的話。於是，因為在上面的屋子裏的人太擠了，它們其中一部分就離開那屋子而沿着長廊上跑到下面這個屋子裏來。假若這些人有一半移到下面這個屋子裏來，而留下一半在上面的屋子裏的時候，是很合乎理智的。可惜，這種鼓動起來的動作太強了，因而所有已在上面屋子裏的人都要同第一個先跑的人牽扯在一起，都到了下面的屋子裏去。那時，它們又要同樣的再擠在一塊，它們又怨恨起它們不幸的環境來，於是又重新跑到上面的屋子裏去——於是乎回來回去……

愛智兒——多麼盲目的動作啊！

無線電家——完全不是這不過是……使你明白在振動電路中所發生的現象。現在你告訴我，這一羣人從這個屋子跑到那個屋子，跑這一次需要利用多長的時間？



愛智兒——啊，我不知道，那得靠

很多的條件來決定。

無線電家——你說一說都是什

麼？

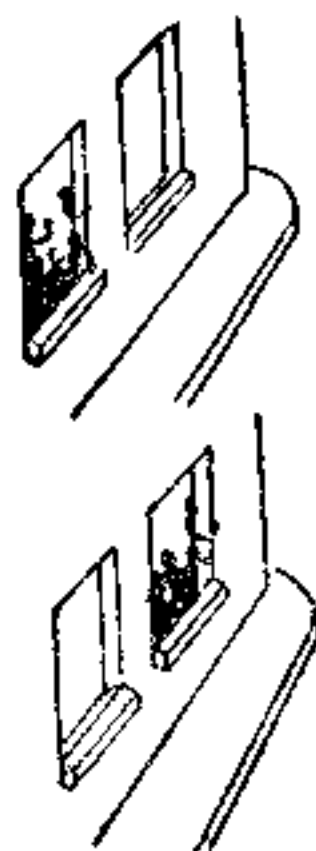
愛智兒——第一件是跑的速度……

無線電家——是的，那是當然。

愛智兒——……而且還有L廊的長度。

無線電家——很對！還有什麼呢？

愛智兒——我相信，還有屋子的大小。假若它們非常廣大，而在它們裏頭有很多的人；在第一個跑者已經到了另一個屋子裏以後，其餘的人纔剛剛開始跑。是的，這很明顯，屋子越大，要充滿它或是弄空它就越慢。



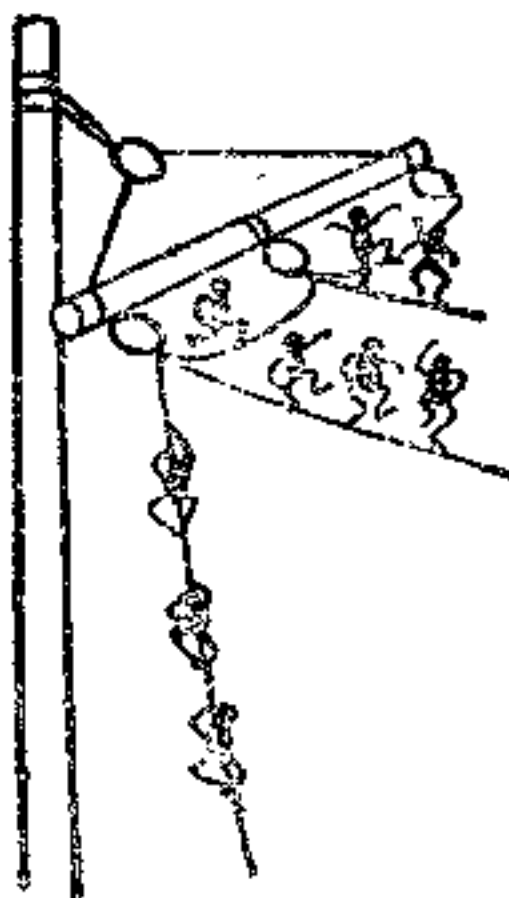
出租的
房間

【在振動電路裏呢？】

無線電家——現在可以把剛纔所說過的一切，應用到振動電路裏去了。

愛智兒——長廊無疑的是代表自感應，而屋子代表容電器的片子。人們現在可以說：週期需時越久，電路中的電容量和自感應也必得越大。但是我相信，你費力想出來拿來使我明瞭這件事的那個比喻，完全是多餘的；人們可以理會到，容電器的容量越大，它的充電和放電也就越慢。另一方面，假若自感應越大，電子們更習慣於跑動，於是一跑動起來就得更長的時候了。

無線電家——假若我相信你的思想是那樣合理的話，我當然不強迫你聽我的例子。好了，再說我們的話，像一般連接着地的天線，也組成一個有電子在裏面跑上跑下的振動電路。它的容量和自感應，主要是靠它的大小而定。因此各電路爲了使它能有各種的波長，都是用比較小一點的



天線，也偶然有用更多的容電器和線圈的，振動電路的容量和自感應也較小。現在你祇要注意，事情並不是像你所確信的那樣簡單法，假若自感應（或是電容量）大四倍……

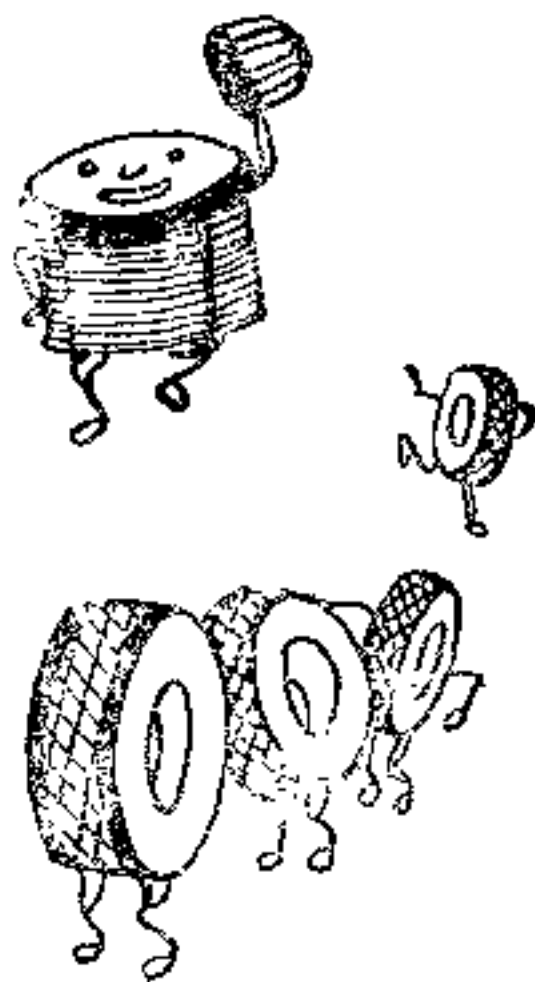
愛智兒——週期和波長也大四倍。

無線電家——大錯而特錯！祇有兩倍。自感應

（或容量）大九倍的時候，週期祇有三倍。可依此類推。

愛智兒——那麼若是電容量大二十五倍的時候，週期祇有五倍了！

無線電家——很對！



②爲了免得得罪了愛好數學的人，我們把一個公式列在這兒（叫作湯姆生公式）。在這個公式裏是 $\frac{1}{T}$ 來代表週期（代表秒數）， C 代表電容量（以法拉特爲單位）， L 代表自感應。（以亨利爲單位，亨利（Henry）是用來計算自感應的單位的）：

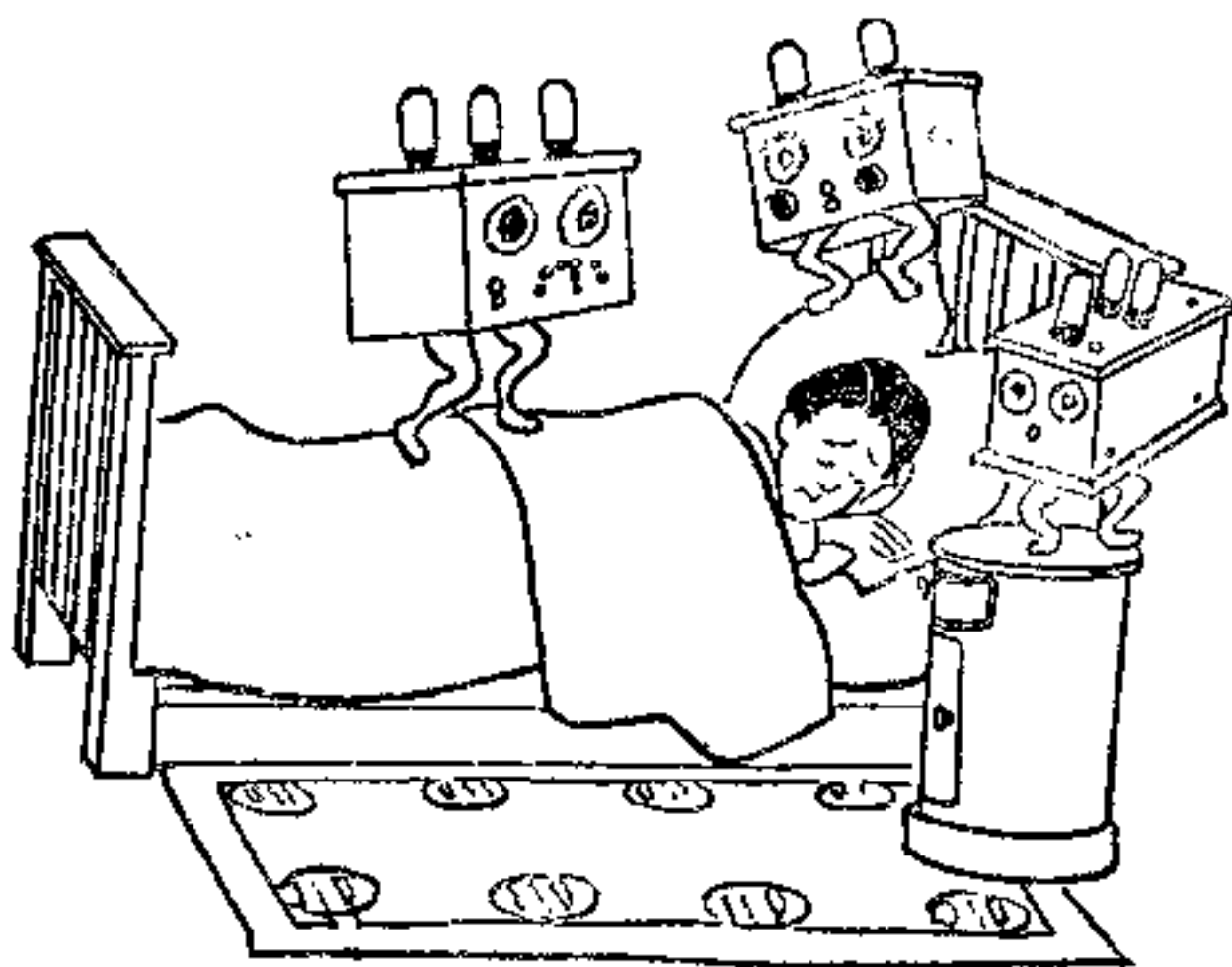
$$T = 2\pi \sqrt{L \times C} \quad \pi = 3.1416$$

我們可以看出來，週期是全靠 $L \times C$ 所得的結果而定的。

愛智兒——假若我把自感應加大四倍，而把容量減小一半會怎樣呢？

無線電家——假若你把自感應的增加比較起電容量的減小來，是更大一些的話，週期就會更大。假若你反過來作，週期就要變小。末了，假若減小電容量，而依同樣倍數去增大自感應，週期就沒有什麼變更。

愛智兒——我明白了。那麼爲了改變週期，人們能够隨意用兩種補救方法，或是用可變容電器



來改變電容量，或是改變自感應，是用……

無線電家——……用插入式線圈，用分頭線圈，用滑接片線圈，用可變電感計等等。

愛智兒——你……你嚇倒我了，親愛的叔叔，難道你不能少用一點野蠻字眼嗎？至少你也該把它們的意思解釋給我聽。

無線電家——等到下一次，我很願意講給你聽。



漫談八

愛智兒不能實行的計劃

在上一段漫談中，工程師無線電家對他的姪子愛智兒（他的爲人正切合他的名字）講明了在振動電路中的交流電流所特有的各種大小——頻率，週期，和波長——之間的關係。他更指示出來，這幾種大小是依賴振動電路的自感應與電容量而定規的。

因爲震動電路是一切無線電機（無論收音機或發報機）中的主要部分，所以在現在這段漫談裏，作者仍舊對於它的各種性質作更進一步的考察。就是要談一談那構成震動電路的自感應的線圈。

【一切對於愛智兒都是很明顯的】

愛智兒——親愛的叔叔，你上一次曾對我說過，要變更震動電路中的週期，必得變更它的電容量或是它的自感應。關於第一件，人們可以用可變電器來變更它的電容量；但是說到自感應，你祇對我說了一大堆的野蠻字眼，而沒有加以解釋。

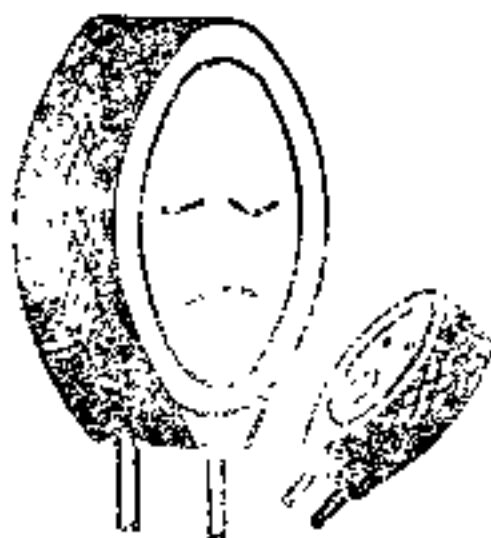
無線電家——我就要把那些野蠻字眼解釋給你聽。首先，我們得考察線圈的自感應的程度，是靠一些什麼性質。

愛智兒——我相信，若是線圈的直徑越大，那麼它的自感應好像也是越大。

無線電家——那是一定，你說對了，但是，你怎麼會想到這一層呢？

愛智兒——我是非常合理的去想的；若是線圈的直徑越大，那麼這一圈線對於那一圈線的影響也就更強。感應現象實在就是由於這些在同一線圈上各圈間的互相影響而生；你自己從前對我解釋過這一點。

無線電家——正對。但是還有什麼可以影響到線圈的自感應呢？



愛智兒——那大概是它的圈數吧。

無線電家——你完全說對了。並且

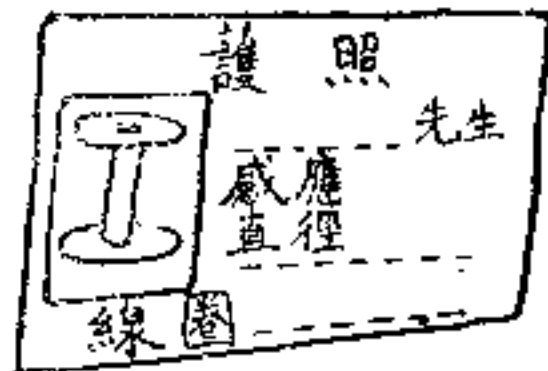
這是非常有趣的，當着人們把線圈的圈數加多的時候，它的自感應增長的非常之快；關於這個，我們一定還就要講到。最末後，線圈的自感應還要靠各圈間的距離來決定。

愛智兒——是的，這很明顯，各圈相離越近，它們的互相影響也越強。

【野蠻字眼又出現了，】

【可是……又變文明了。】

無線電家——那麼，我們可以歸結起來：線圈的自感應，是依賴着它們本身的直徑，圈的數目，



以及各圈中間的距離來決定。所以，若是要改變線圈的自感應，必得先改變這幾個因子其中一個的價值。

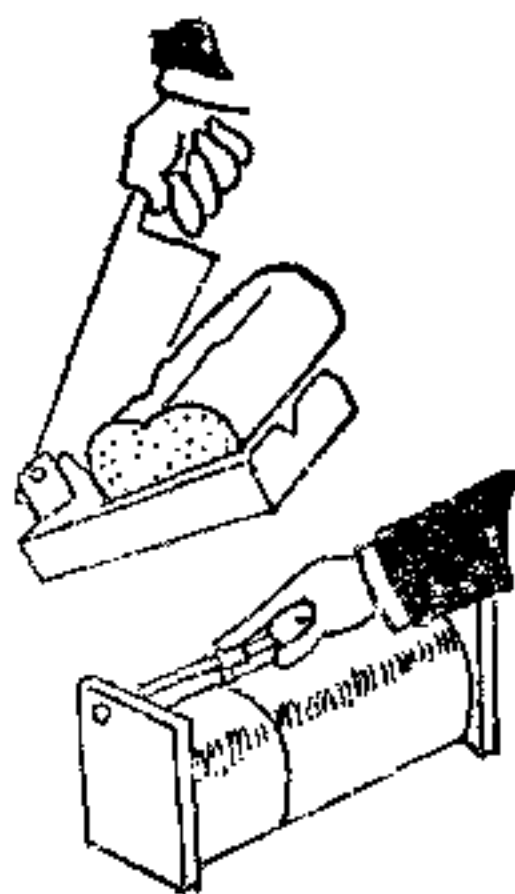
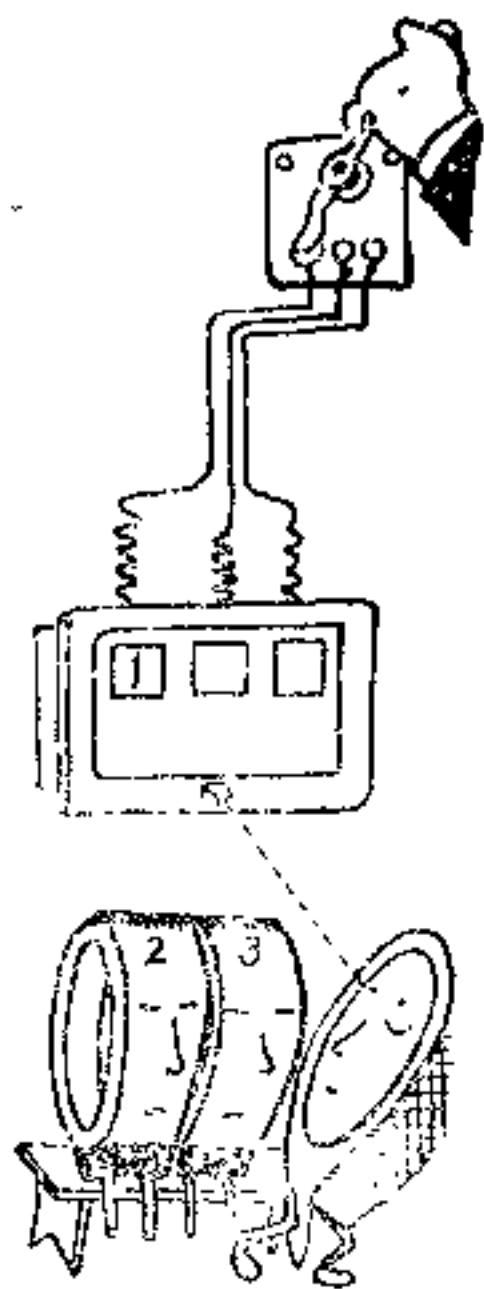
愛智兒——可是人們能够任意改變一個現成的線圈的直徑嗎？

無線電家——這個方法是太不方便了。

愛智兒——那麼另有別的方法可以改變各圈間的距離嗎？

無線電家——是的，假若你把線圈繞成法條的形式，或是把它繞在一個有彈性的橡皮管子上，就可以辦到。

愛智兒——我從來沒有見過這樣的線圈。



無線電家——因為還沒有人這樣去作。一般人大概都是採用第三種方法。就是去改變所用的線圈的圈數。

愛智兒——是不是人們把線圈上的線剪掉幾圈，或是多加幾圈，以求適合需要？

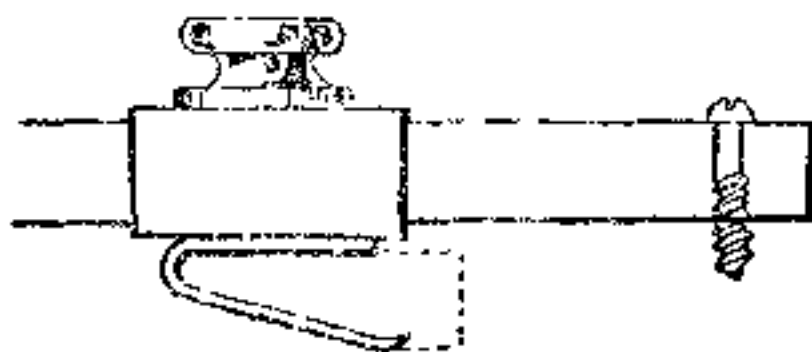
無線電家——你今天怎麼會有這樣奇怪而不切於實用的想頭，愛智兒！自然不是那樣！還有比那更方便的幾個方法；例如滑接片的方法（圖三十六），是在一個圓柱形的單層線圈上面，有一條同樣長短的金屬小桿，在這根小桿上面，有一個帶彈性的金屬片可以隨意往來移動；這個金屬片接觸到線圈上面裸露着的線上，這樣就可以把線圈的圈數改變到最多或最少。

愛智兒——真是聰明的辦法！

無線電家——但是這個方法不大常用，因為要使這個線圈有充分的自感應，必得把這個單



圖三十六——帶滑接片的線圈。



圖三十七——帶接片。

層的圓柱形線圈弄得非常之長，這樣就得佔去很大的一塊地方。因此一般人現在都喜歡用多層線圈。

愛智兒——但是那樣不是不能夠用滑接片了嗎？

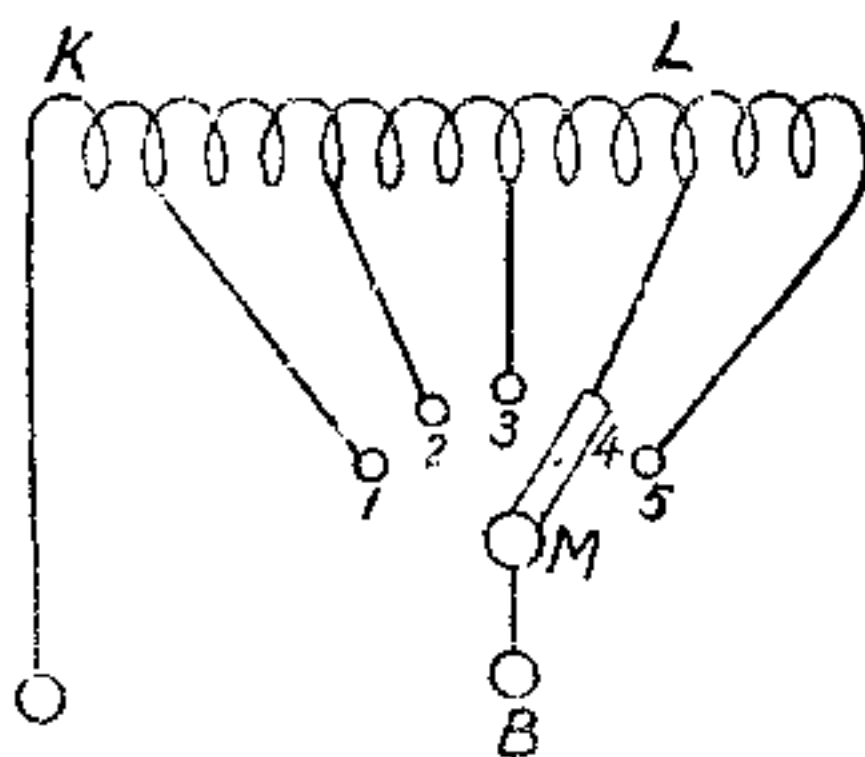
無線電家——不錯，於是人們就另想了一種

抽頭線圈的辦法：就是把一個線圈分成好幾部分（圖三十八），每一部分都抽出一個頭來接連到接觸點1 2 3 4 與5（它們的數目可以增加或者減少）上面。再用一個可以旋轉的接觸臂M，接觸到這個或是那個接觸點上。這樣，在A與B之間，人們就可以增加或者減少這個線圈應用範圍的大小。

愛智兒——可是，用了這個方法，人們改變這

漫談八 愛智兒不能實行的計劃

九五



圖三十八——抽頭線圈，M，接觸臂；1，2，3，4，5是接觸點。在這圖中接觸臂所表示的地位，是表明線圈的KL部分是被應用着。

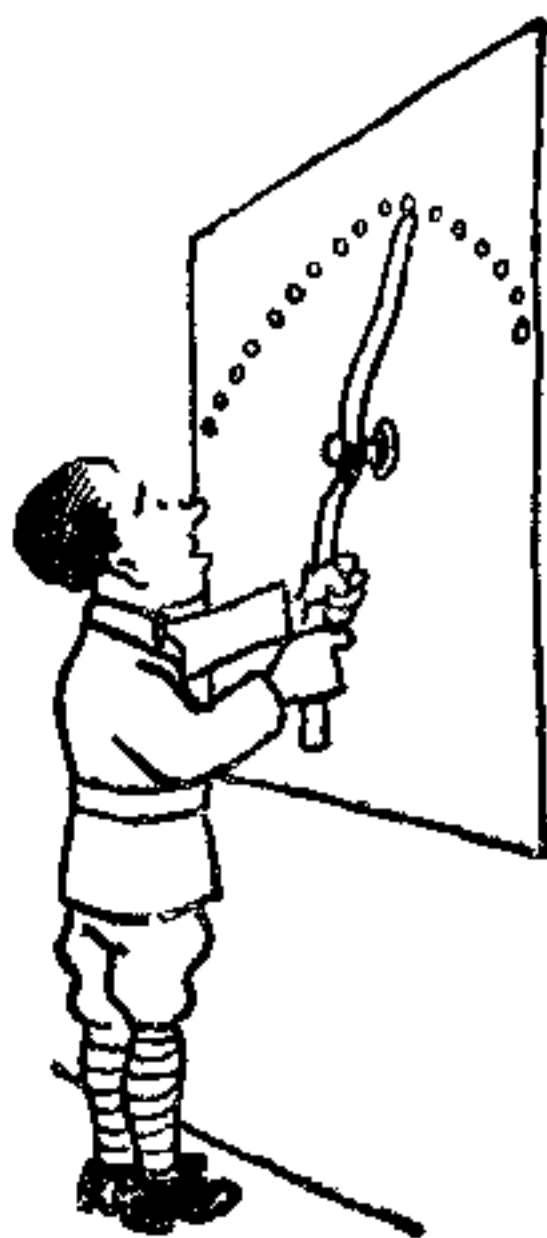
線圈的自感應就好像是從這點跑到那一點一樣；而用滑接片來改變感應的線圈，卻是有規則的改變。

無線電家——這自然是這個方法的缺點。但是你說用滑接片的方法來改變感應力的線圈是慢慢的改變，卻是不對；滑接片實際也是從這一圈跳到另一圈。

愛智兒——但是那樣對於感應力的變更實際並不大……我要爲我自己作一個每一圈都抽了頭的多層線圈！

無線電家——那麼，假若這個線圈有二百五十圈，你就用一個旋轉臂在二百五十個接觸點上來回跑嗎？……

愛智兒——……真的，我沒有想到這個。那麼我祇用有一定感應力的簡單線圈好了；因爲依



我看來，其他各種改變線圈感應力的方法都不好。

無線電家——可是，那樣一來，你怎麼改變你的震動電路的週期呢？

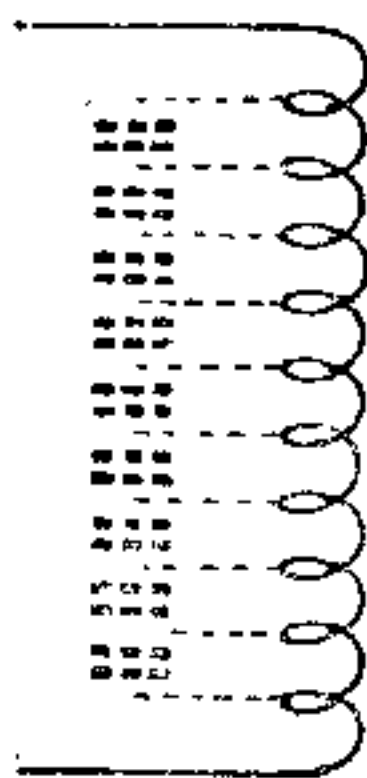
愛智兒——祇是用一個可變容電器，實際是非常的簡單：我拿一個最大的線圈，可以將無線電中所應用的最大週期包括進去。我若是想把它適合於較小的週期的時候，我祇需要把這個可變容電器的容量變小就可以。這樣僅僅用一個線圈和一個可變容電器，我就可以接收在無線電中應用到的一切週期了。

無線電家——多麼渺茫的夢想啊！

愛智兒——怎麼??

【討厭的電容量】

漫談八 愛智兒不能實行的計劃



圖三十九——分散在總圈各圈間的電容量，是藉一些虛線所畫的連接着的容電器來表示。

無線電家——因為你要把那震動電路中的電容量，任意改變成不同的大小，是永遠不會成功的。假若有一個二百五十圈的線圈，與一個 0.0005 微法拉特的容電器相配合，那麼它的震動電路和週期就等於一百萬分之五秒 (0.000 005 sekundo) (波長一千五百米。) 用同一個線圈，你要使它適合於一百五十米的波長，你需要把電容量減小到 0.000 001 微法拉特；可惜你的電路不能夠達到這樣小的電容量。

愛智兒——我不懂得這個，我不能夠把我的可變容電器中的電容量變到極小，或者簡直就變成零嗎？

無線電家——就是你能夠作得到，在震動電路中還是存在着另一種相當的電容量；那就是線圈本身的電容量。

① 實際這是不可能的，即使把可變容電器的活動片，使它完全不與固定片相重疊的時候，在活動片的轉軸與固定片之間，也還存留着相當的電容量，這種容量，我們叫它作「剩餘容量」。

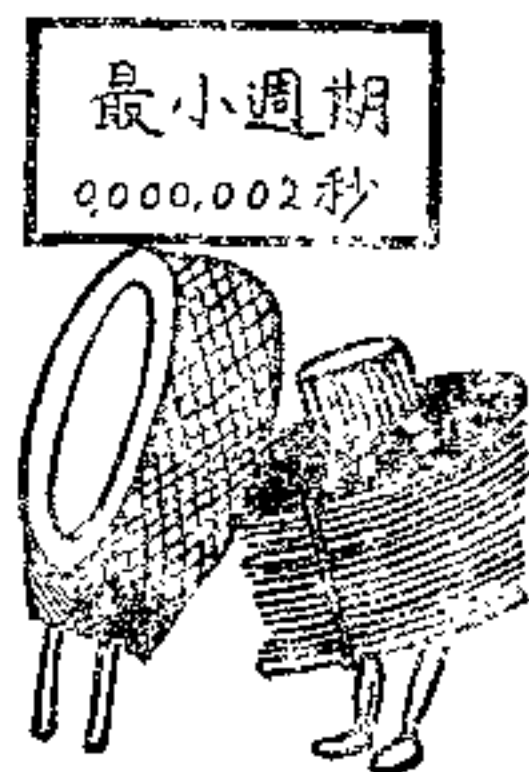
「愛智兒——線圈上還有容量那是怎麼一回事？」

無線電家——因為一切相靠近的兩根金屬線，都可以把它們看作是小的容電器。在它們中間實際也有很小的電容量（三十九圖）這所有的這些電容量組合到一塊，就是線圈本身的電容量。

愛智兒——這樣說來，那線圈本身實際就可以構成一個震動電路了，因為在它本身上面就藏著有相當的電容量。

無線電家——正對。並且因為這樣，人們甚至於可以說，線圈本身也有一種固有的振動週期。那麼你現在明白了吧，就是人們用線圈和可變容電器組合成一個振動電路的時候，它的週期不能夠任意的隨着容電器的容量減少而變小。線圈的固有振動週期是一個不可超越的界限。因此，譬如說，一個二百五十圈的線圈和一個0.0005微法拉特的可變容電器配合起來，它的振

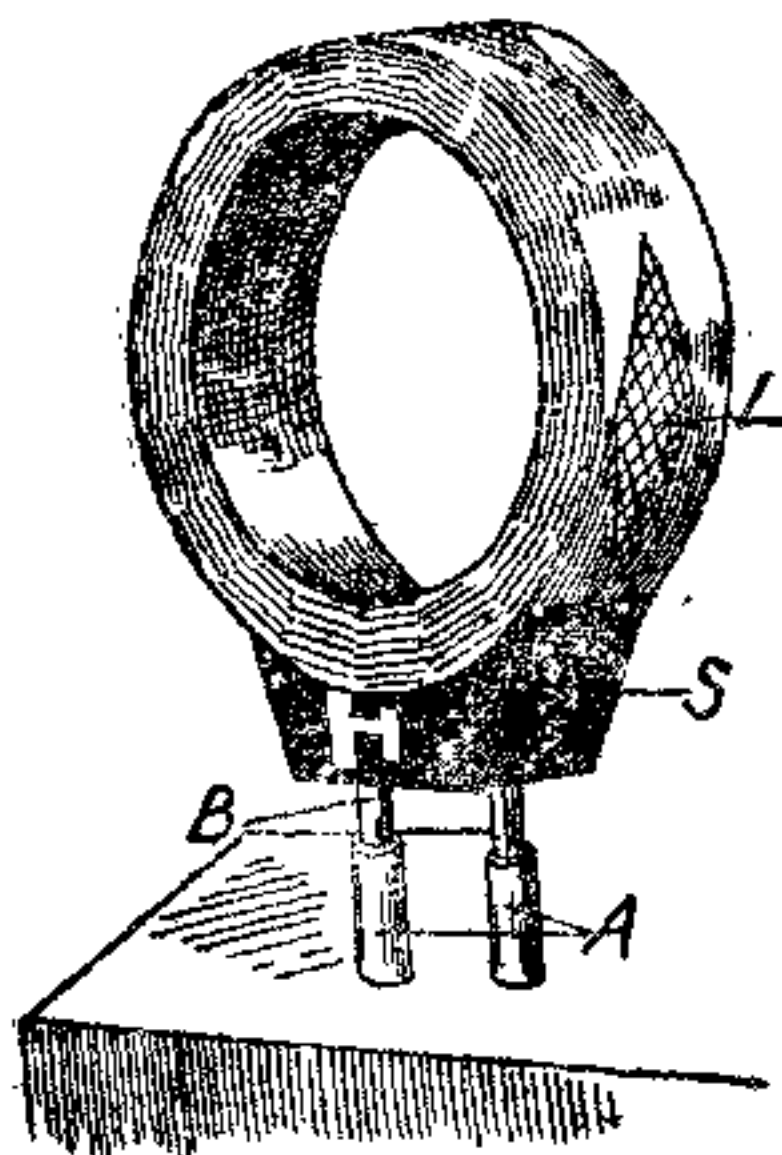
漫談八 愛智兒不能實行的計劃



動電路的週期，祇能在百萬分之五秒（0.000 005 sekundo）與百萬分之二秒之間改動，但是不能夠再少了。

愛智兒——啊！這些討厭的電容量！這樣一來，我不能夠用一個線圈收到在無線電裏所有的一切週期了吧？

無線電家——不能，你作不到。因此，一般人常用有兩個插腳的可變線圈，可以插到固定在無線電機上的插腳裏（圖四十）。這樣，用了好幾個線圈，人們就可以組合成接收到在無線電中所有的一切週期的震動電路了。爲了同樣的原因，人們也應用有滑接片的線圈和抽頭線圈等……你明白



圖四十——帶插腳B的可變線圈，插在插接腳A裏。

了吧，線圈的固有容量越大，那麼在它的震動電路中的週期，可以改變的範圍也越小。

『消滅電容量』

愛智兒——但是能不能把線圈的固有電容量減小呢？

無線電家——當然能够。人們爲了要達到這個目的，於是想出方法來，把線圈繞成種種特別的形式，把各圈間的距離儘量加大。

愛智兒——是了，這就好像人們爲了把容電量的容量減小，而

把它們的片子離得遠一點一樣。

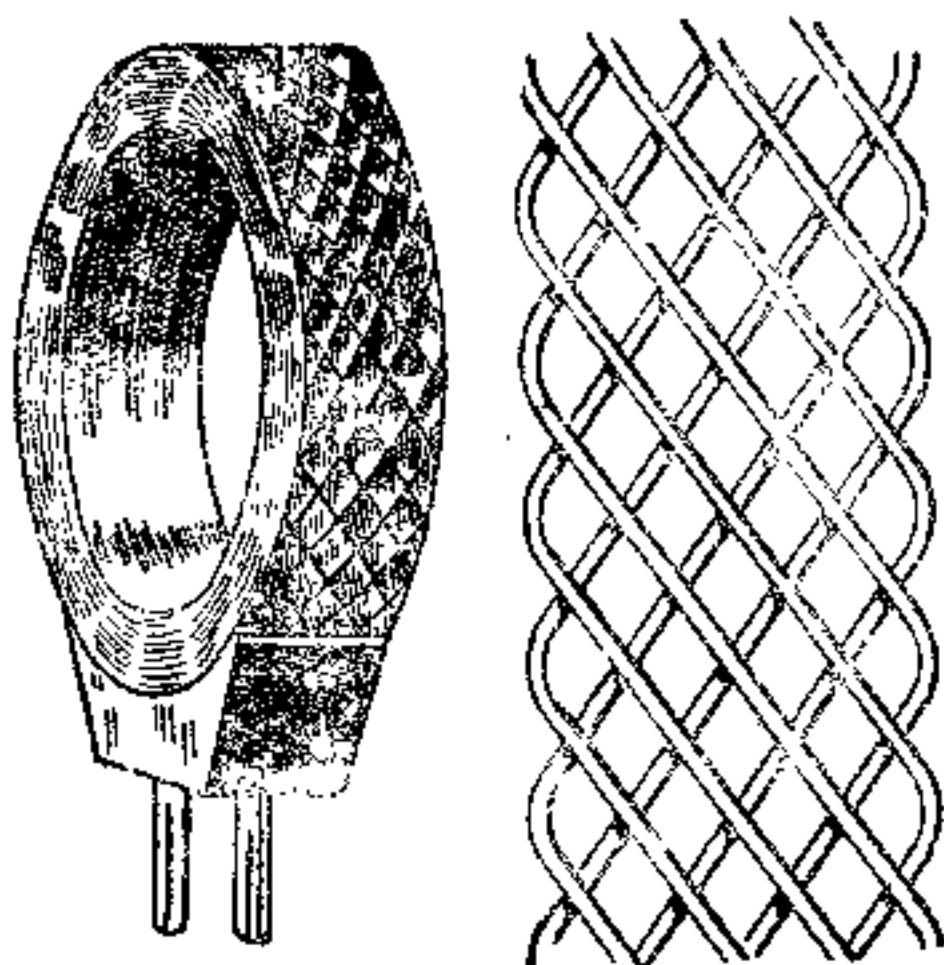
無線電家——不錯。

愛智兒——但是，爲了要達到這個目的，人們怎樣去繞這個線圈呢？

無線電家——一般人對於這個的努力，大多都是把它們互相交叉成十字形繞起來，爲了可

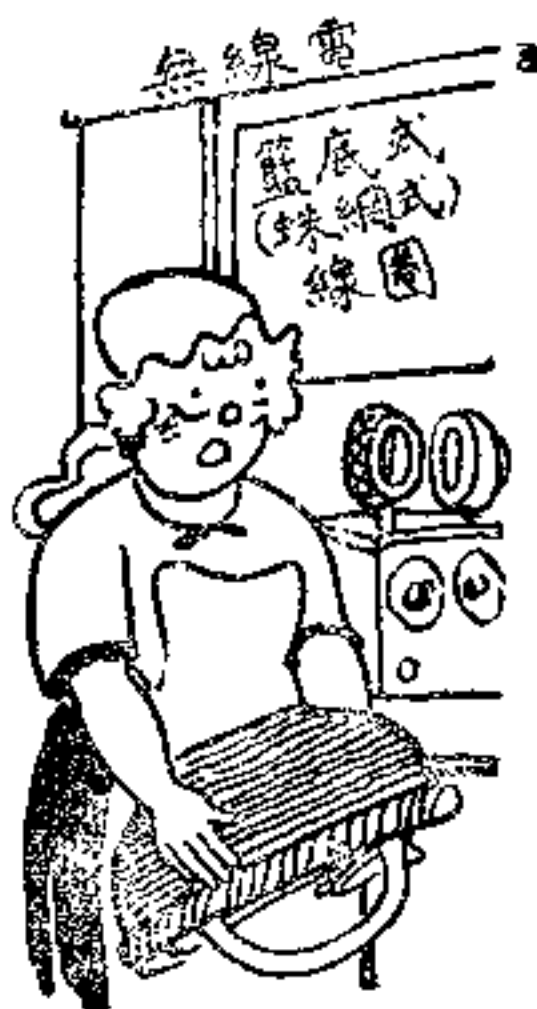


以使各圈之間不相平行。有好幾種線圈是照着這個方法作成的，例如蜂巢式的線圈和蛛網式的



圖四十一——蜂巢式線圈。注意交叉的線。

線圈（圖四十二）或籃邊式的線圈（圖四十三）。有時人們也把幾個互相遠離的平板式的線圈組合到一塊（圖四十四），但是這所有的一些線圈全都有相當的電容量。

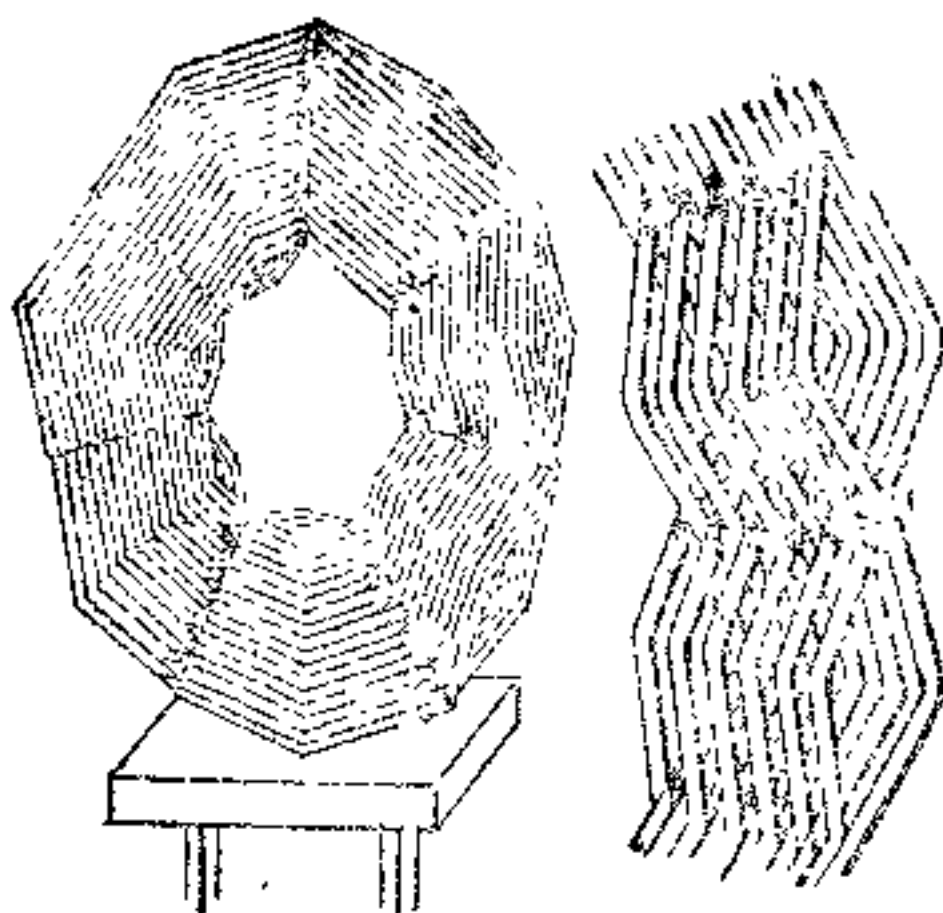


一樣呢？

愛智兒——但是我們能不能慢慢的改變這線圈的自感應，像我們改變可變容電器的容量

無線電家——可以，用了可變電感計就可以作得到。

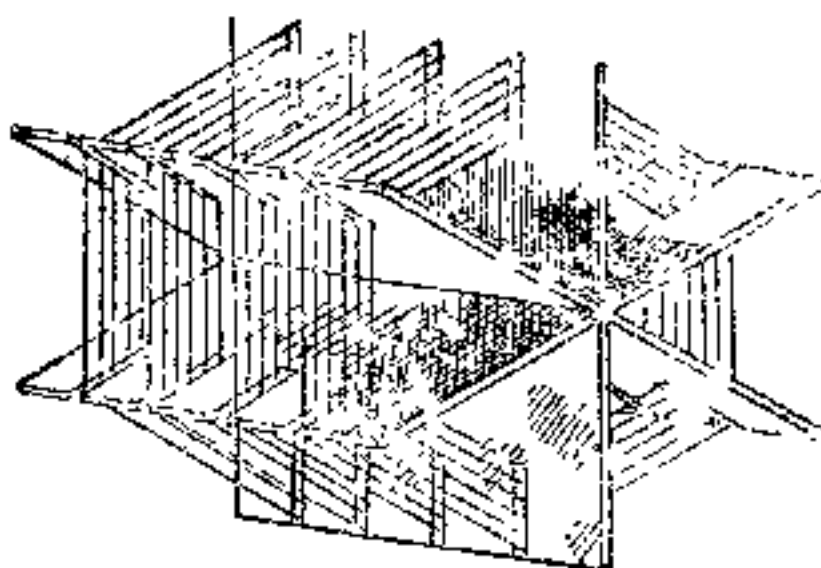
一〇三



圖四十二——螺絲式線圈。



圖四十三——螺旋式線圈。



圖四十四——多層平板式線圈所組成之線圈，固定在支板上。

「愛管兒——可變電感計」是一個用來測量什麼的東西嗎？因為它的名字和什麼伏打計、溫度計、安倍計等相似。

無線電家——不是，這個名稱起得很壞。下一次我要對你解釋它是一個什麼東西。



漫談九

關於可變電感計電子龍頭和電話話筒

在刊在這個漫談中，這個叔叔很樂意的在好幾種問題上使他這個求知慾異乎尋常的姪子得到滿足。他在這裏說明了可變電感計，話筒以及電話發話機的原理。

這些容易明白的一串技術漫談的第一部分，就要與這第九段的漫談一塊兒結束。我們希望讀者在讀完它們以後，會像消遣一般的得到對於無線電機上各個基本單位有關係的電學上必要的基礎知識。最後則是無線電發送的智識。

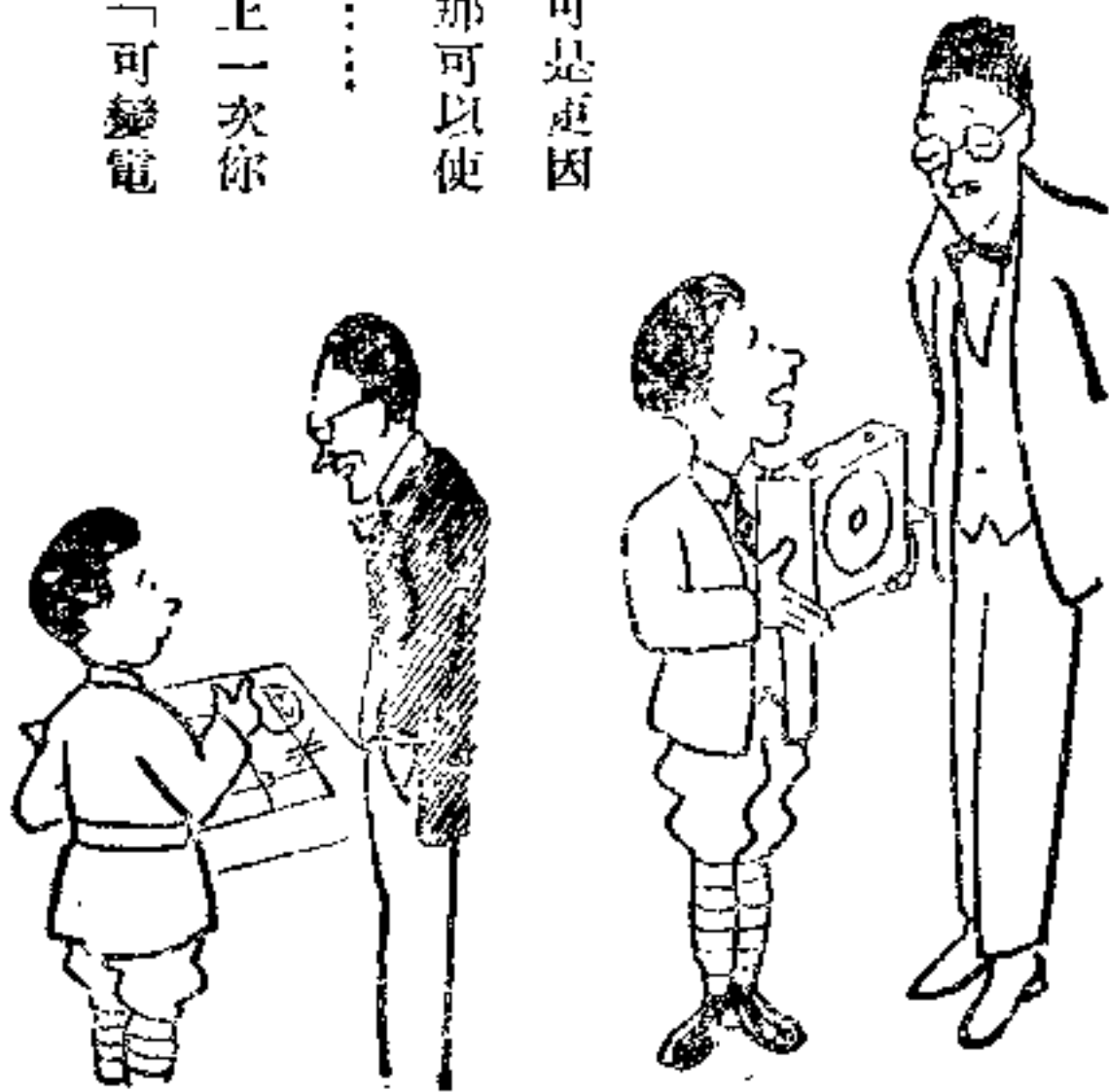
在第二部分裏，作者用了同樣的態度來敘述收音機的原理，起頭講的……倒不是最簡單的，而到了末尾卻已是最複雜的了。

【愛智兒底可驚的悟性】

愛智兒——親愛的叔叔，我覺得我們的許多談話非常有趣，爲了它們我要謝謝你。然而請允許我作一個建議，自從我們談話以來，直到現在，或是談論到各種儀器，或是講到發送機。就是拿發送機說吧，你也祇是對我講了電報發送機，但是我所感覺興趣的，最主要的還是無線電話發送機。

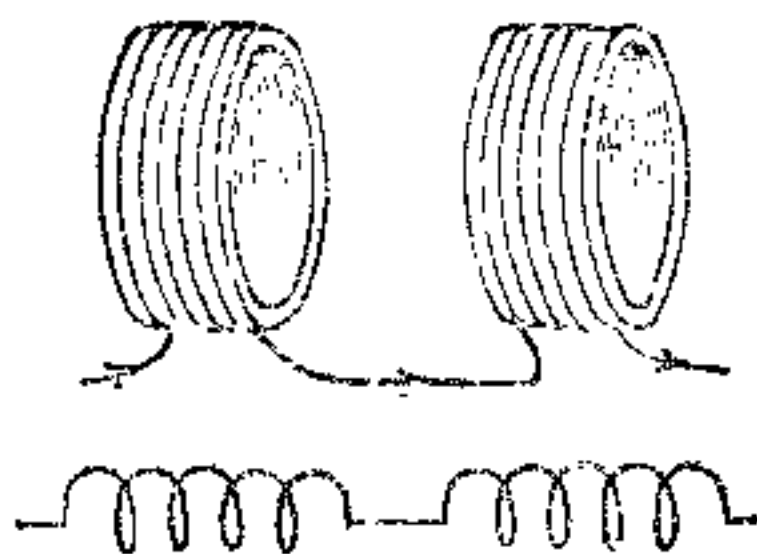
無線電家——我很願意把那講給你聽。可是更因爲這個原因，我纔先把電報發送機講給你聽。那可以使你更容易明瞭我現在要對你講的東西。那麼……

愛智兒——然而我請求你允許我先說。上一次你會說自感應能夠逐漸變更是靠了一個什麼「可變電感計」……你答應對我講。

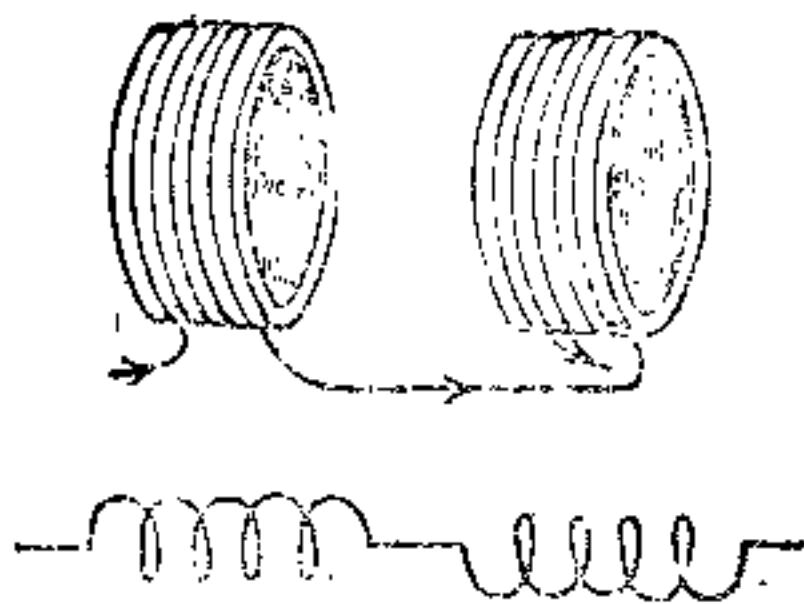


無線電家——你說對了。那麼我要盡力用幾句話來把這件事解釋給你聽。你告訴我假若我把兩個線圈相連接，一個的頭接另一個的末尾，那就是照一般人所謂「串連」起來，會發生什麼？

(圖四十五)



圖四十五——兩個線圈這樣串聯，電流在兩者之上方向是相同的，如把它們靠近，則它們的自感應增大。



圖四十六——兩個線圈這樣串聯，電流在兩者之上方向是相反的，如把它們靠近，則它們的自感應減小。

愛智兒——我相信全體的自感應，等於所有線圈的自感應的總和。

無線電家——祇要這些線圈相距的距離够遠，就會那樣，因為這可以避去它們再互相發生感應。

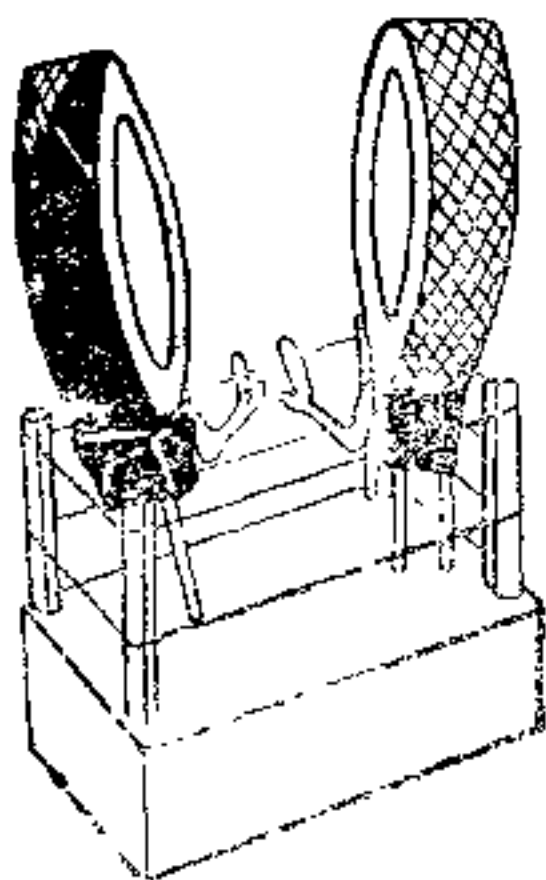
愛智兒——啊，我把這一個條件完全忘記了。那麼，假若我猜想得不錯的話，你是要用兩個相串聯的線圈作一個可變電感計，可以相對的轉動。當它們遠離的時候，共同的自感應等於它們的自感應相加的總和。它們相離的距離若是適中的時候，它會因為影響作用，而繼續發生感應。

無線電家——你想出了一部分的真理，但不是全體。像你所說，我們把那些線圈互相靠近的時候，它們就會發生影響而「產生」自感應？但是它們實在也可以減小。

愛智兒——怎麼樣？

無線電家——假若你能够把你自已這個問題回

答了，我就很滿意了。你回想一下，自感應的現象是由什麼構成的？



愛智兒——非常簡單：這一圈正在加強的電流，引起在鄰近的另一圈發生方向相反的應電流。所以，它的加強似乎是變慢了。反過來，變弱的電流，在鄰近的另一圈上，引起方向相同的電流。因此，它的減弱也是很慢的。於是，我們可以看到，自感應是同一個很重的物體一樣具有惰性。

無線電家——很好。你的記憶沒有欺騙你。但是，你想想，假若我們把兩個線圈相串聯，而第二個線圈所繞的線的方向與第一個相反，會發生什麼？（圖四十六）

愛智兒——讓我想一想……現在，我知道了。因為第二個線圈上的電流走的是與第一個線圈相反的方向，於是其餘的一切情形也都相反了。於是共同的自感應就變小了。



無線電家——對極了！那可變電感計的原理就是這樣。人們有兩個相串聯的線圈，它的互相影響的程度是可以改變的。當它們所繞的線方向一致的時候，可變電感計的自感應就最大。當着它們的線圈方向相反的時候，自感應就最小。在這兩極端的情形中間，它可以慢慢的來改變。人們大多都是用兩個大小不同的線圈作成可變電感計（圖四十七），小的套在大的中間。有一個轉

軸使它轉動。

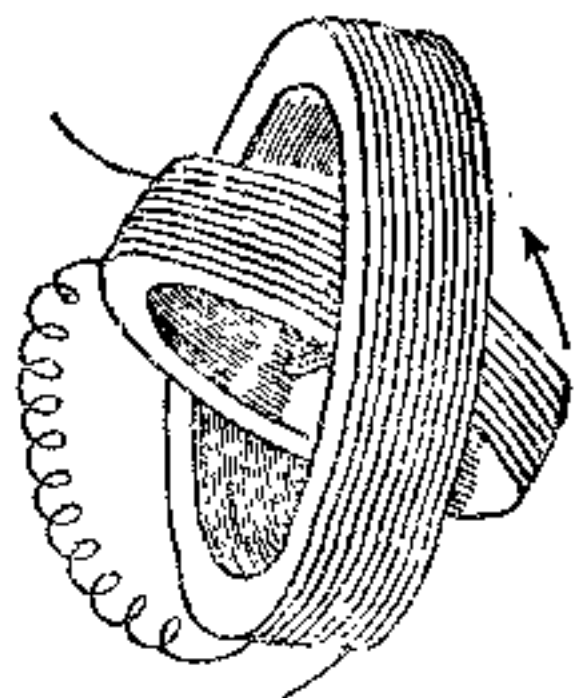
愛智兒——這好像是很方便的一種儀器。

無線電家——很方便而且也不貴，所以我勸你作一個。現在，在振動電路中的自感應和電容量，是用什麼來改變，它的主要方法你已經知道了。隨後，你就知道它是怎樣來同某一種頻率相調諧。

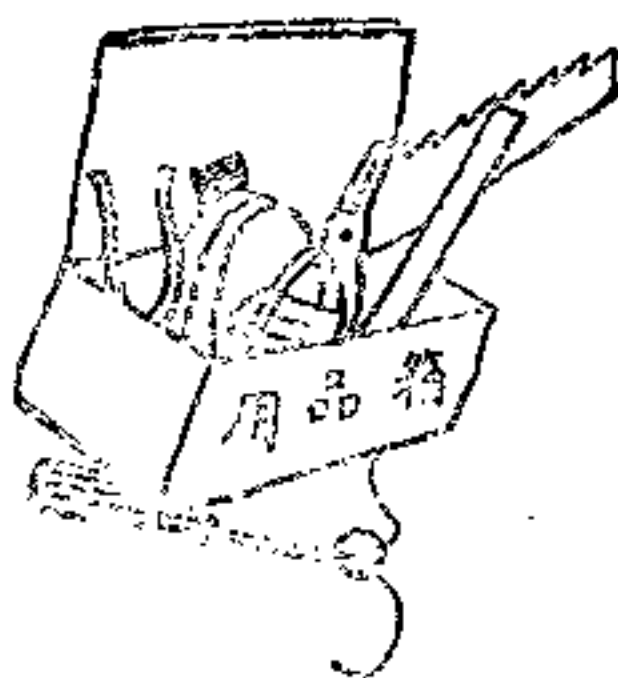
【愛智兒的可怪的思想還鈍】

愛智兒——可是發送機的振動電路是應當有好幾種頻率可以調諧的嗎？

無線電家——大多數的發送機的振動電路都是和一個一定的頻率相調諧。祇有收音機纔需要適合許多電臺發



問題十七——可變電容計是由兩個交錯的線圈所組成；一個是固定的，另一個是可以轉動的。



出來的頻率，這在以後你自然會知道的。

愛智兒——然而你還沒有告訴給我，電話發送機是怎麼一回事。

無線電家——在原理上，這件事情是非常簡單的。祇要把聲波的振動翻譯成電流的變化就可以了。

愛智兒——我不懂得這一種哲學的頑意兒。

無線電家——從物理學上你是知道的，聲音不是別的，不過是空氣分子的一種波浪形的傳播振動。一切的空氣分子的振動都是交互的動作。它的頻率以音的高度為準，可是它的頻率比起射電的頻率來就小得多了。我們的耳朵可以覺察得到的祇是聲音，它的頻率每秒鐘是在十六週期和四萬週期之間。

愛智兒——這些事我在我的物理學書裏已經都讀到了。但是我不明白，你為什麼要說把聲音翻譯成電流的變化呢？

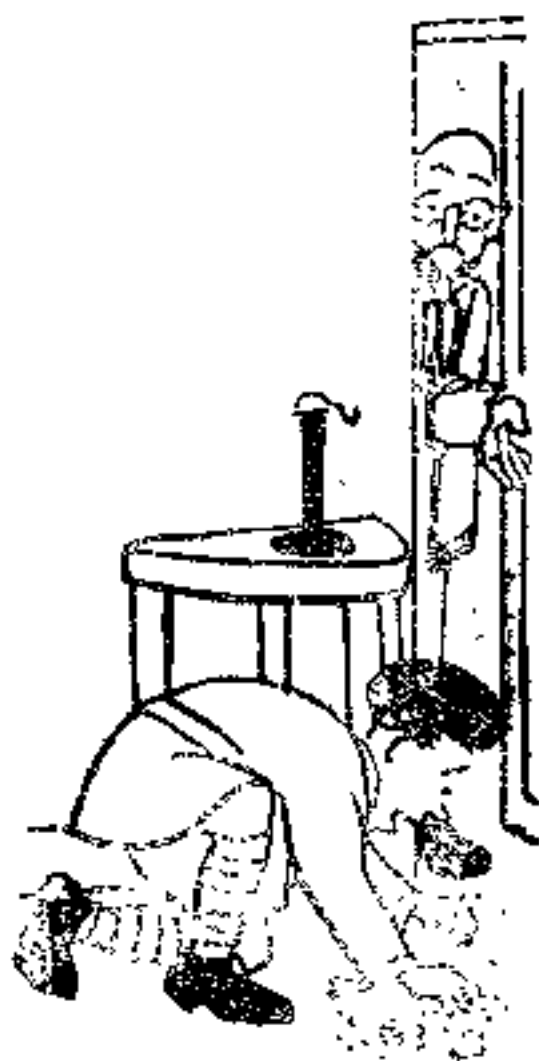


無線電家——你稍爲忍耐一點，你會經看見過微音器嗎？

愛智兒——當然看見過。我把我們家裏電話上面的微音器拆散開來，它裏面的炭末都撒到地板上了。於是我對於科學的熱愛也因此而受到了爸爸最不公平的懲罰……

無線電家——那麼你當然看到了在那微音器裏的有彈性的金屬片（薄膜）和微音器殼子的中間，是放了一些炭屑，那就是你不幸而撒到地上的那些東西（圖四十八）。這樣電流從膜片到炭質微音器的殼子（或是相反），就必須通過炭屑。這一些炭屑的阻力，是靠各炭屑微粒間的相互壓力而定的。

愛智兒——爲什麼？

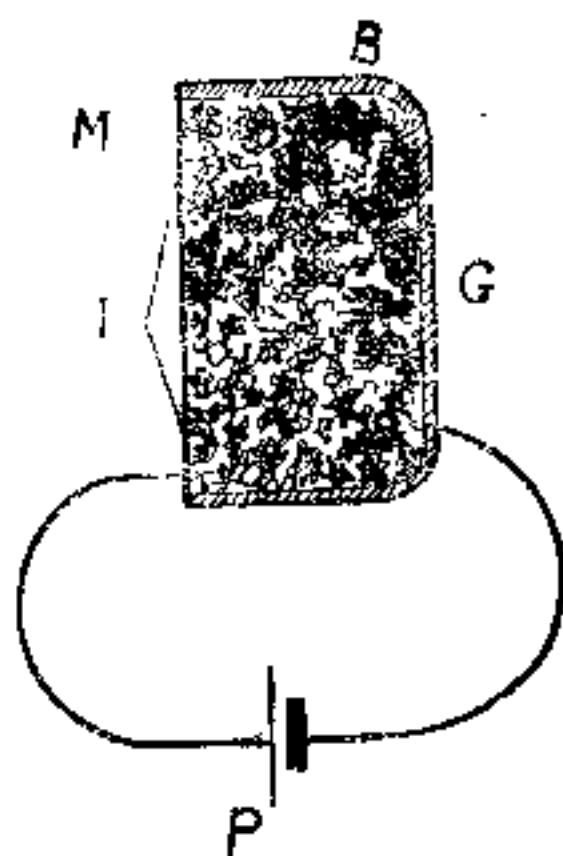


無線電家——因為，這些微粒自己若是擠壓得越緊密，則它們各個間互相接觸的面積也越大。電流從這一個微粒到另一個微粒去也就越發容易通過。於是，假若我們忽輕忽重的去壓擠那微音器的有彈性的膜片，微音器所通過的電流也就忽強忽弱。

【無線電話發送機是怎樣工作】

愛智兒——那麼，那樣人們就好像是給電流作了一個龍頭似的了？

無線電家——不錯，但是在這個龍頭上有趣的是：它不是靠人的手來動作，而是靠微小的空氣分子。



圖四十八——微音器——薄膜M是在一個絕緣環I上，藉之與金屬殼B相隔離，B內滿貯炭粉G。電池之電流週流於B G M間。

愛智兒——怎麼樣？

無線電家——非常簡單。因音波而發生振動的空氣分子，達到了膜片上面使得它振動。

愛智兒——現在，我好像是懂得了你那神祕的話句裏所說的是怎麼一回事了。電流通過微音器，必得依照着聲音的每一個振動而發生變化。因為所有的音波都可以使得微音器的阻力發生變化。

無線電家——小朋友，你完全說對了；那麼樣，一切的聲音的空氣振動，都是得改變成電流的變化。現在假若你把一個微音器放到無線電報發送機的上頭（圖四十九）假若你對微音器說話會發生什麼？

愛智兒——在天線上面的電流要隨切的依照着聲音的振動而發生變化。

無線電家——是的！但是永遠不要忘記了，無線電的發送天線是流動着高頻率的交流電流。



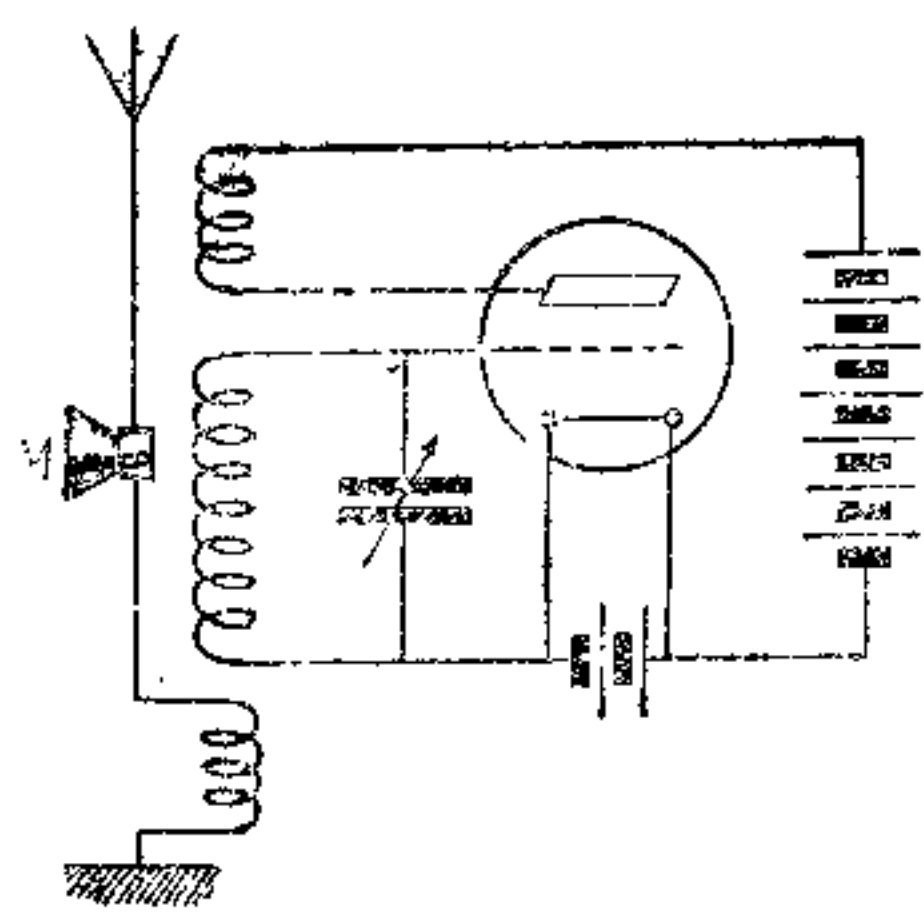
那電流隨着聲音的變化而發生變化。那些聲音的變化比起高頻率的電流的震動來自然是很慢的，就好像是加載到後者（指電波）的上面一樣。

愛兒兒——我明白了。它們的振動忽而加強忽而又減弱。

無線電家——你說對了，你幾乎是每次都說

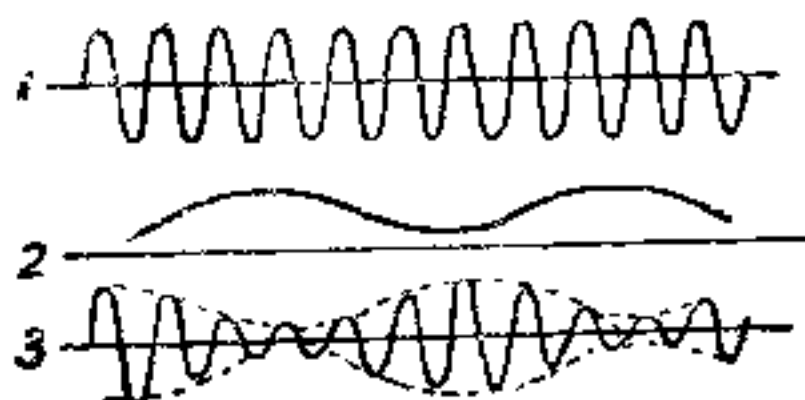


對的。在術語上我們可以說：「低頻率的聲音振動調節高頻率電流的振幅。」那麼，現在你已經知道了無線電話發送機的原理了。此外，在實際應用的時候，一般人多半不喜歡把微音器放在天線電路中，因為它的阻力非常妨害發送機的工作。現在另有別的方法去調幅，關於那

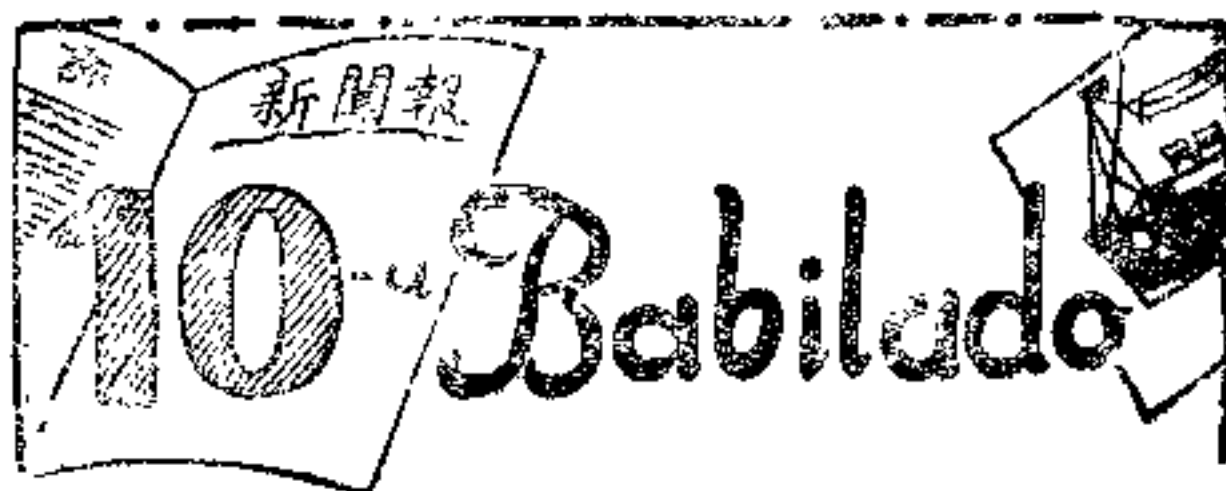


圖四十九——無線電話發送機線路圖。H，微音器。

些我且不對你說，因為我只願意你知道無線電的基本原理，下一次，我大概可以對你講關於接收裝置的幾個問題。現在，再……



圖五十一——電話調幅之圖解。1，外差機所發之高頻率交流電流。2，微音器之阻抗。3，調幅後之電流。



漫談十

災難的印象

作者在這裏開始了他的無線電的對話的第二部分。在前面的九段漫談裏告訴給了讀者好多無線發送的重要的基本原理。現在是要談一談關於接收無線電的許多問題了。這是業餘者所特別感覺興味的一個題目。在下面的這個漫談裏，作者用了很直接的態度來解釋共振作用，這是我們無論如何必得明瞭的一件事。雖然有許多作者都講到這個問題，但是他們都是與聲浪的振動相比，那是不十分切合的，講起來就要多費好多話……

我們還是要勸告讀者們，希望他能够把以前所講的仔仔細細的看過，雖然這裏的解釋都是用對話的形式寫出來的，但是它的文體是簡捷了當的，假若是一個人想一切都明瞭的話，還是請他留心的讀。

【關於橋的建築】

愛智兒——親愛的叔叔，你看到今天的報紙上那段可怕的變故來沒有？

無線電家——還沒有。我還沒有得到開空把報紙拿到手上看。發生了什麼事情？

愛智兒——一隊兵走過一道橋，那橋忽然斷了，於是有多好兵都淹死了。

無線電家——這真是一件很大的不幸！

愛智兒——但是我無論如何也不能明白，為什麼會發生這樣的事情，這是誰底過錯呢？難道是那建築這橋的工程師他不知道自己的本領嗎？

無線電家——他當然知道。照你想來那橋是够堅固的吧。

愛智兒——它建築的當然是很堅固的。我自己常看見同時有好多輛滿載着貨物的大汽車在上面馳過去，而人們卻不過僅僅覺得有一點微弱的震動。以我的意見，那走過橋上的一隊兵，要



比那些汽車輕得多……所以我就不明白那倒底是怎麼一回事了。

無線電家——那麼我就要告訴你這是誰的過錯了。就是那指揮那一隊兵的軍官。

愛智兒——爲什麼……難道他有好幾噸重嗎？

無線電家——不是但是他忘記了兵士的規則裏很重要的一部分，照那規則，那個軍官在臨過橋以前，應當對他的兵士們下令，叫他們不要走一律的步伐。

愛智兒——我早經看出來，你總是愛對我講一些猜謎式的話。但是我得聲明一下，我完全不懂得你的意思。

無線電家——不要這樣生氣，朋友。你把這件事前前後後的

想一想就明白了。假若你在橋上面跳，它就會有一點震動；你就會從這件事上看出來，橋的本身也是有一點震動週期的。它就像大鋼琴上的弦一樣能震動，但是它的震動卻慢的多了。現在假定那一隊兵步伐很整齊的在橋上走過，他們步伐的節奏同他們所走過的橋的振動週期相符合。他們全體的步伐就加強了橋的震動，這樣便由一律的步伐發生出一種很強的力量，這種力量影響到



橋的本身是那樣的大，以致橋震動的越來越利害，於是後來……

愛智兒——……於是後來橋就塌了。現在我明白為什麼那些兵士們不應該步伐一律的走過那橋了。因為步伐不一律就不會對於橋發生什麼影響了。

無線電家——你現在能够知道這件不幸的事情的大概原因是什麼了嗎？

愛智兒——我知道。不過我還是願意把我們的無線電談話繼續下去，因為橋的建築和無線電沒有多少關係。

【橋與無線電之間的推理】

無線電家——你錯了，愛智兒。我們剛纔談到的那件事，可以幫助你明瞭共振的現象。

愛智兒——哼……哼……我真的沒有想到那裏。

無線電家——從很早就常有人說，科學是需要犧牲的。那麼……那些淹死了的兵士至少可以幫助你明瞭什麼是共振。你告訴我，假若我們把一個振動電路的線圈靠近一個正在振動的外

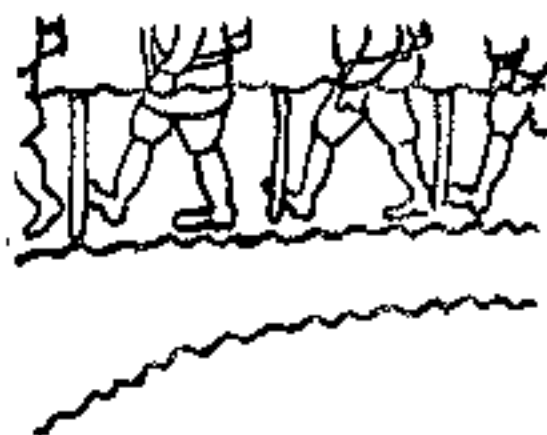
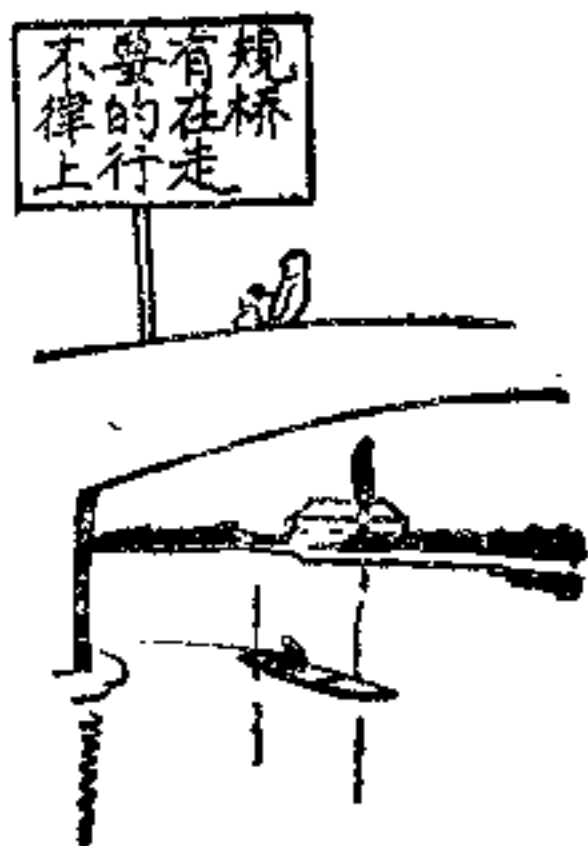
差機旁，會發生什麼？

愛智兒——因為這兩個線圈有感應作用，在振動電路裏也就發生頻率相同的交流電流。

無線電家——你說對了，雖然這個必然發生的現象在實際上是更複雜一點。但是爲了不使這件事更加複雜，我們姑且就假定，你的意見是完全正確的。現在你告訴我，假若那一隊兵士步伐一律地走過那道橋，但是他們的腳步的週期不同橋的固有週期相符合，會怎樣？

愛智兒——那時那橋會因他們的腳步而起震動。但是這種震動不會因他們繼續走動的腳步而加強。

無線電家——是的。在那種情形之下，我們可以說那橋是受了強迫震動而發生震動。同樣，假若我們把振



動電路與外差機交連起來，而這個振動電路的頻率不與外差機的頻率相同，那麼在這振動電路上雖然也會發生振動，但是這種振動並不強，於是我們就可以叫它作強迫振動。

愛智兒——現在我忽然懂得橋和無線電之間的推論了。假若你允許我，我自己就可以把你所想的要說出來的那一套話敘說出來。

無線電家——你往下說吧。

愛智兒——我的意見是，若是振動電路裏所調諧的頻率同外差機的頻率越相近似，那麼在振動電路裏的振動也就越強。

無線電家——假若振動電路的頻率是照着外差機的頻率來調諧的呢？……

愛智兒——那時候在它上面所發生的振動就會很強（圖五十一）。

無線電家——是的，它們就會達到最高點。理論並且這樣告訴我們：在那種情形之下，假若能力不受阻力以及其它條件的影響，振動就會永遠加強，電流永遠加強下去……

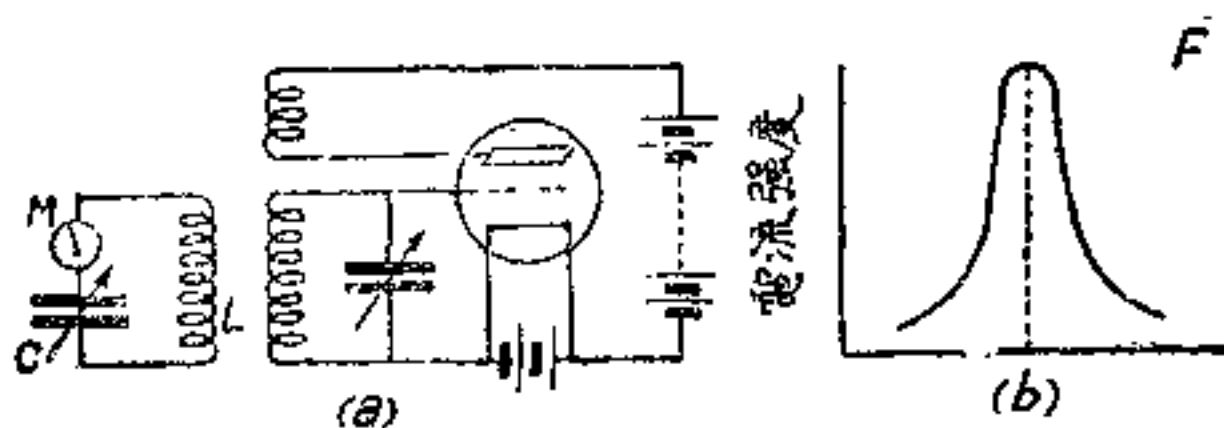
愛智兒——……它就可以無限地強大了？

無線電家——……祇要那些線不熔化了……但那祇是一種空想。但是爲了我們將來的研究這結論卻是很重要的……

愛智兒——……那是，假若那些兵士們齊步從橋上走過，而他們底腳步的週期同橋的固有振動週期一樣，那橋就會振動起來，越振越利害，或者就會振斷了。

無線電家——我並不是要你下這樣的結論。

愛智兒——可是我知道在無線電裏的事情同這一樣。假若我把一個電路靠近另外一個正在振動着的電路，在這個電路上面也會發生振動。假若它的頻率調諧到與那振動着的電路一樣，它的振動也就會最強。



圖五十一——(a)右面所示是外差機的全部，在左面和它交連的是一個振動電路。於振動電路裏放着一隻電流表，可以量出它的電流強度。假若我們用可變容電器C依不同的頻率來調諧這振動電路，我們可由M計算出在它與外差機的頻率相諧時電流最大。

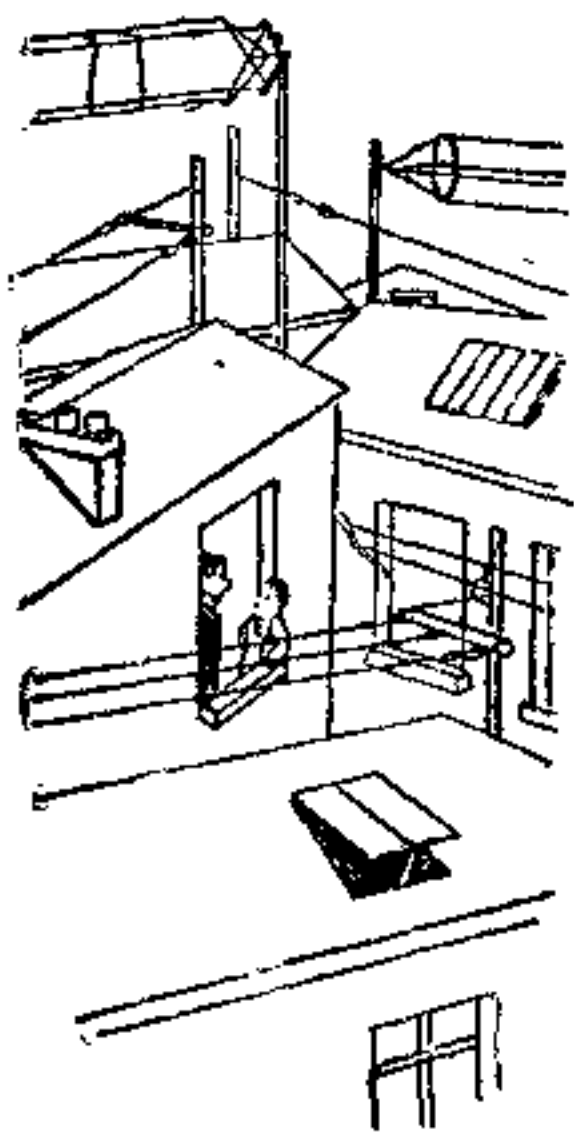
(b)對於愛好數學者，我們把這個試驗的結果用幾何的方法表示出來。曲線表明了振動電路裏的電流的變化，是依賴於它所調諧的頻率。人們看到，在 F ＝外差機的頻率的時候，電流最大。

無線電家——在那一種情形之下，我們說在那兩個電路中間有共振作用。這種共振現象在無線電裏有非常重要的作用。

愛智兒——爲什麼？

【奇怪的電路】

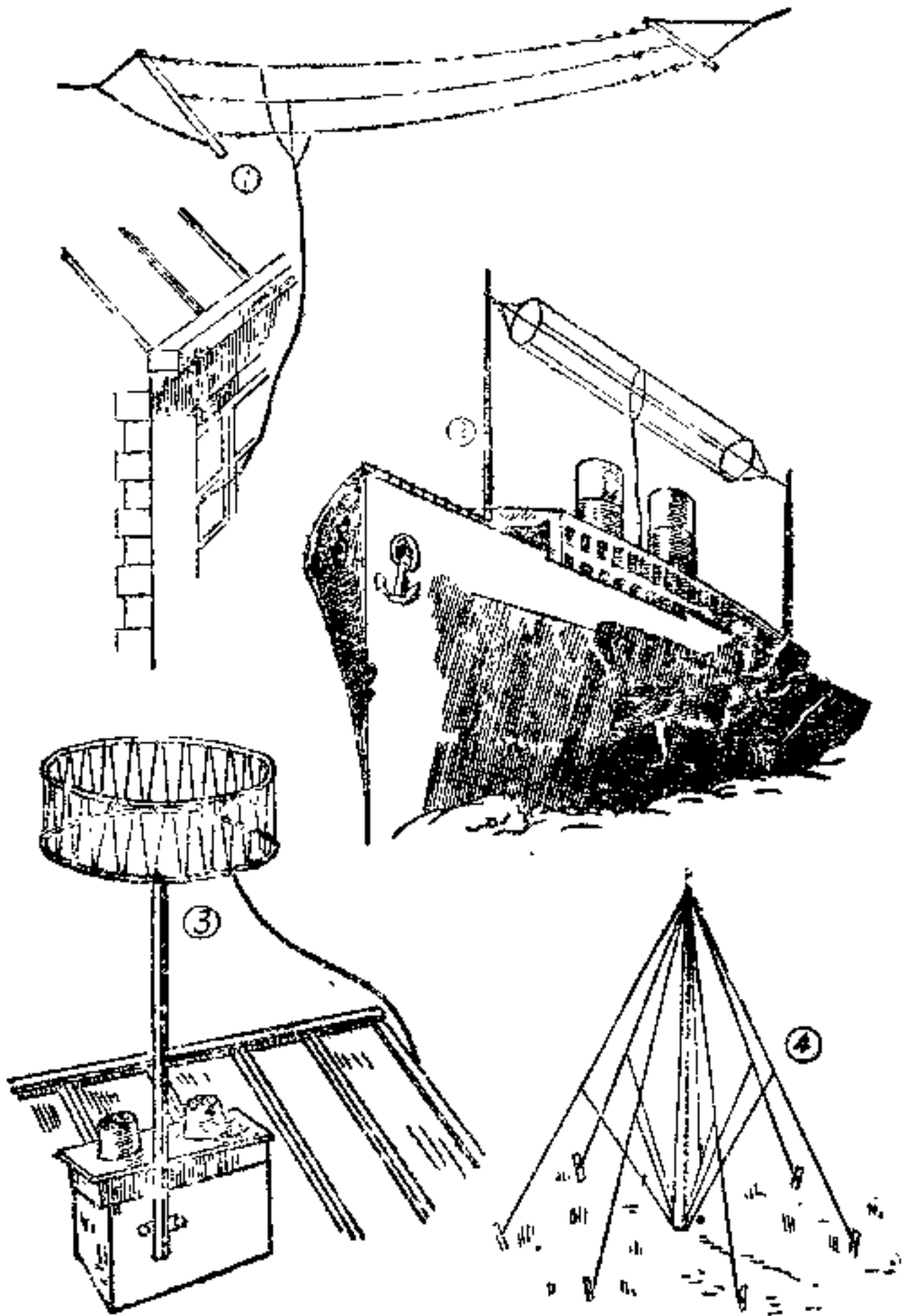
無線電家——爲了回答你這個問題，我們得稍爲回到以前所說過的。你大概還記得，在第一段的漫談裏，我曾對你講過無線電基本原理的主要形式。我那時曾對你說，高頻率的電流使得以太中發生電磁波；這些電磁波傳播到空間，達到接收天線上面，在它上面引起了同樣的高頻率電流，但是力量可微弱得多了。假若天線電路適合……



「愛智兒——我現在已經有點不明白你所說的話了。你怎麼可以說「天線電路」呢？難道一根一部分埋在地裏的垂直水平的線，還有一點電容量和自感應嗎？照你說電容量和自感應都是一個電路的必要的因子。」

「無線電家——當然，垂直的線也有自感應，因為它的一部分可以影響到另一部分。但是除了那以外，它還有一點必然的電容量；因為它的上一部分，和在地下的另一部分，造成了所謂「給電子住的屋子」，關於那我們已經講過了。爲了要加大天線的固有容量，我們往往在水平的線的頭上再接上幾根垂直的線或是環繞的線。那樣一來，我們就有了T式天線，倒L式天線，倒漏斗式天線（傘形天線）或是我們在天線的頂頭上接上一個像是編織而成的天線（籃形天線），那麼電波就祇對線的垂直的部分發生影響，而水平的一部分只作加大電容量用的。」

「愛智兒——現在我已經與你同意了，天線也可以成爲振動電路。你此外還會對我說過，電子是怎樣在發送天線上跳躍。它們的跳躍實在是像在振動電路中所發生的事一樣，一個容電器的片子上的電子，經過線圈跳到同一個容電器的另一組的片子上。」



圖五十二——各種天線的樣式。1.倒L式，2.T字式，3.籃式，4.雨傘式。

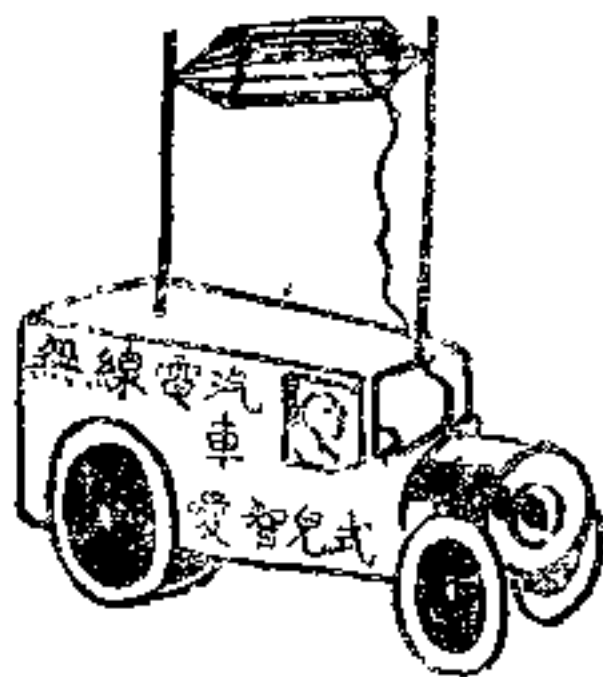
無線電家——這兩種情形是完全類似的。但是正在我把重要的問題講解給你聽的時候，你卻打斷了我的話頭。你看，我告訴你，在接收天線上因電磁波的誘導而發生的電流，通常是極微弱的。但是假若天線是與發送機共振，天線上的電流就最強。

愛智兒——能不能利用這電流來轉動一個小電動機呢？

無線電家——你自己去想一想，在一個距離中等力量電臺大約一百公里的中型天線的上面，它的電流大約是一安培的一

百萬分之五（0.00005）或五微安培，那麼你看，即便

是在最優良的情形之下（假若天線與所接收的電波調諧，）電流永遠是很微弱的。像一般人所說「檢查」一下，考察考察在它上面倒底有沒有一些電流，只有應用最靈敏的儀器纔可辦到。



愛智兒——這真的是非常有趣，但是請你告訴我，人們怎樣去調諧天線，怎樣去檢查電流，電流裏有什麼。

無線電家——又是已經不早了，那麼我祇好等下一次再回答你了。



漫談十一

關於各種的調諧裝置

在現在這段漫談裏，工程師無線電家講到種種的調諧線路。開頭是說的最簡單的調諧裝置，而在末了是講到了所謂有調諧的或是沒有調諧的天線電路相配的變壓裝置（特司拉（Tesla））。同時他也講到關於選擇性的需要智識。

像以往一樣，那個能幹的小孩子愛智兒在這裏顯出他的最可稱贊……最可效法的悟性來。

【愛智兒發現了可疑的實在事情】

愛智兒——親愛的叔叔，上一次你答應了我對我講怎樣來調諧天

線。

無線電家——現在我就要把那個講給你聽。

愛智兒——請等一等！我把這個問題思想了好久，我好像是已經找出那適當的方法來了。

無線電家——那很有趣。那麼你請給我聽聽。

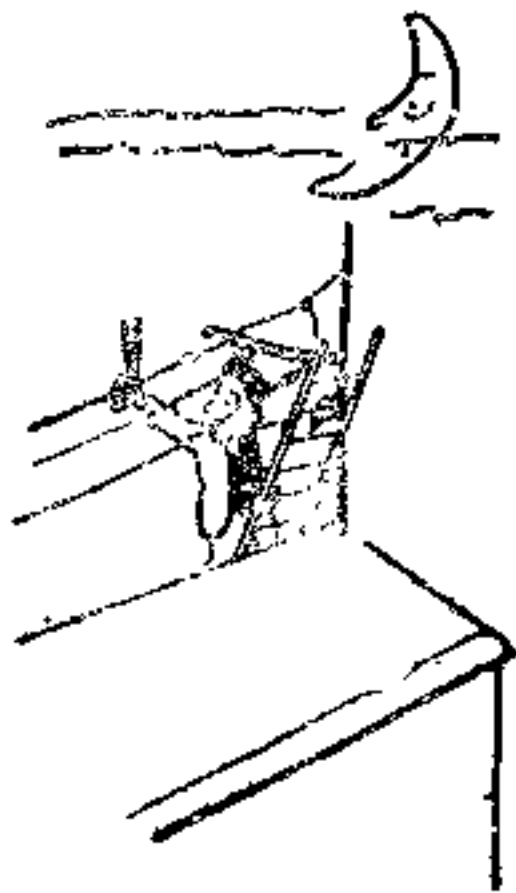
愛智兒——人們只要把天線的固有電容量或是它的自感係數改變了就行了。那麼樣，那是很容易辦到的事。祇要把天線的長短加以改變就可以了。

無線電家——在理論上，你這個方法是很好。可

是，你相信，在實行上你這個方法很方便嗎？假設在一天的晚上你要聽二十個電臺的播音，那麼你就得爬二十次的屋頂來變動你的天線的長度了？

愛智兒——這真的不是一個太方便的方法……那麼，你提出什麼更好的法子來沒有？

無線電家——人們可以有好幾種方法，譬如說，可以把一個可變電感計加到天線上。那樣一

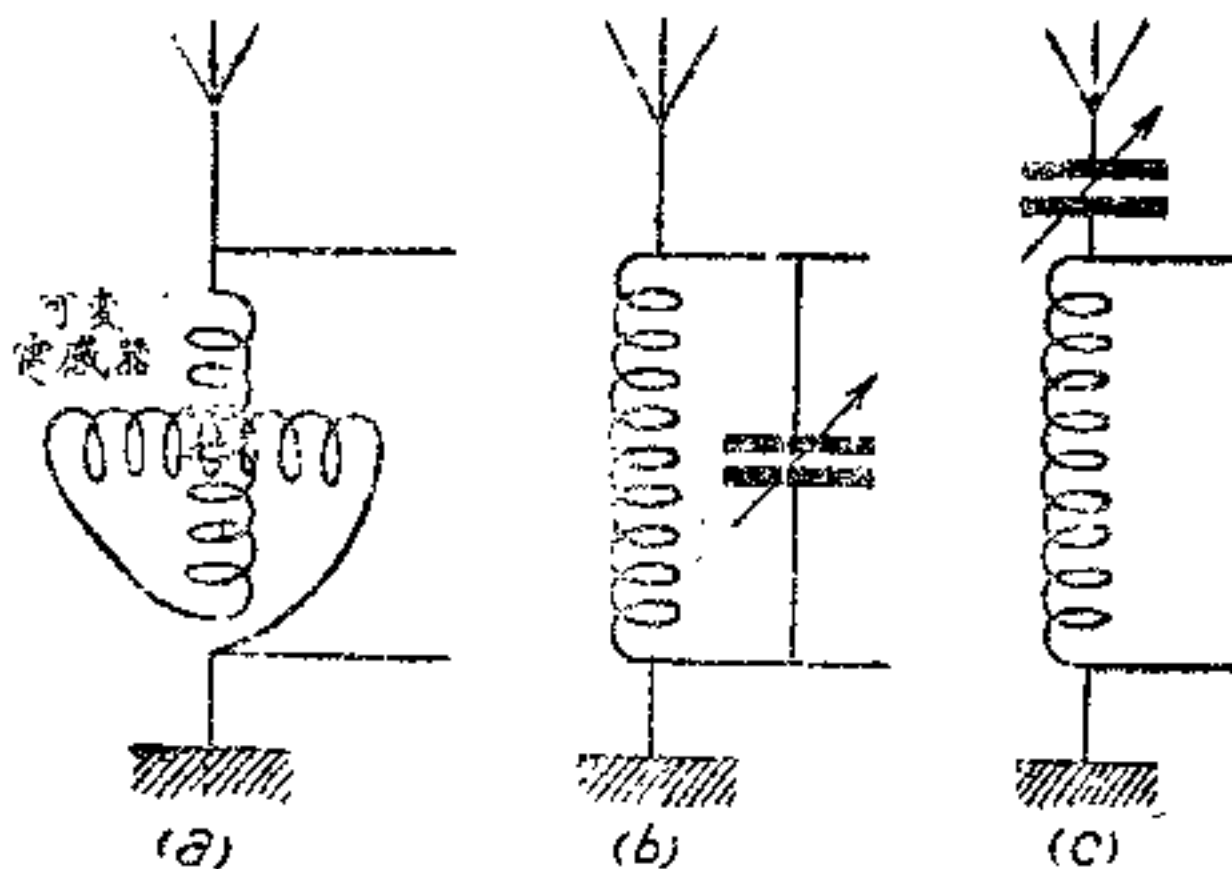


來，天線的自感應和可變電感計的自感應加起來，兩者之和是其有的自感應。你祇要繼續改變可變電感計的自感應，你就能夠調諧天線接收各種不同的波長了（圖五十三a。）

愛智兒——當然，這個方法是更方便了。

無線電家——這裏還有一個最常用的方法，就是你可以在天線上加上一個振動電路。它的自感應和電容量和那天線上的自感應及容量結合起來，於是利用振動電路裏的可變電容器就都可以調諧了（圖五十三b。）

愛智兒——真的，我還沒有想到這一層。那麼人們不是也還可以把可變電容器放到天線



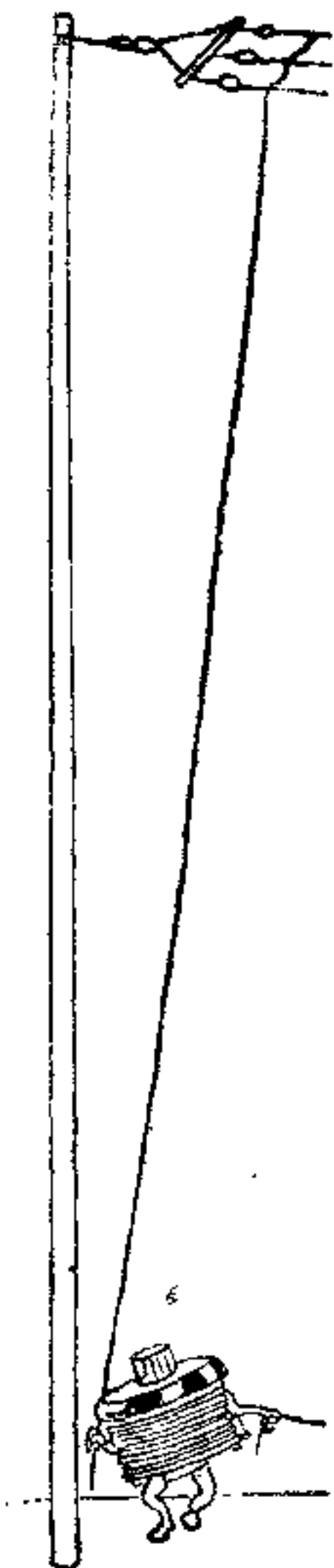
圖五十三——調諧天線各種方法：A調諧是利用可變電感計；B調諧是用與線圈並聯的可變電容器；C調諧是用與線圈串聯的可變電容器。

上嗎？

無線電家——人們不常那樣作。但是人們常把容電器和線圈與天線串聯（那就是一個接一個的相聯接着。）（圖五十三c）在這種情形之下，若是想接收較短的電波的時候，就可以把可變容電器的容量變小；於是共同的容量也就小了，就可以收到短的電波了。

【愛智兒非常好問】

愛智兒——為什麼容電器這樣接連起來就可以減少共同的電容量呢？



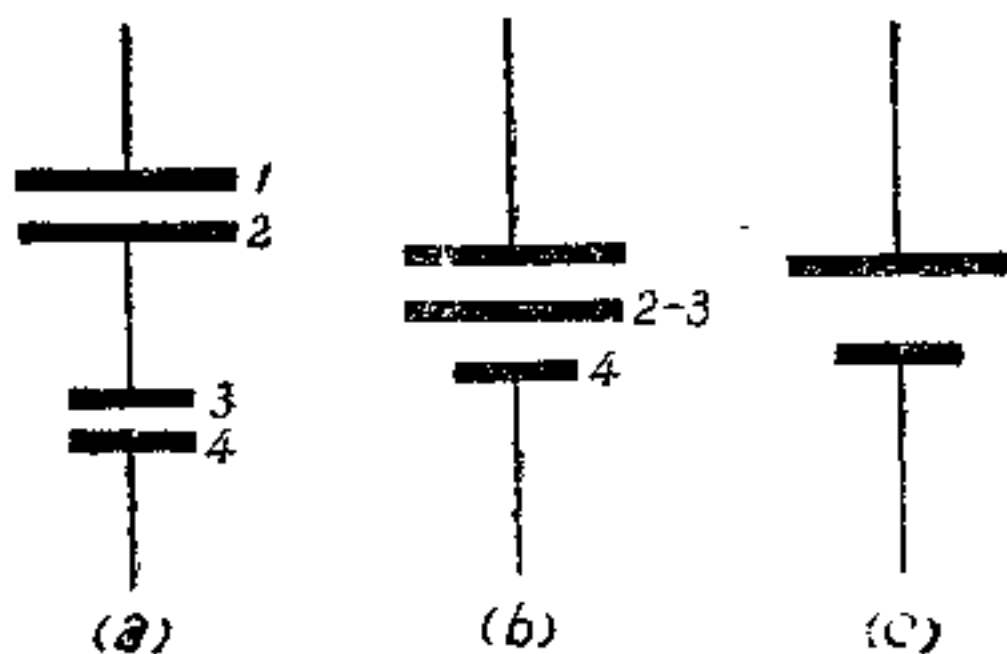
無線電家——因為在這種裝置裏天線和容電器是相串聯的。上一次我已經告訴過你天線的本身也好像是一種容電器。而兩個容電器串聯在一塊的時候，它們容量的總和，還不及兩個容電器裏頭那個容量較小的容電器的容量大。

愛智兒——為什麼？

無線電家——呵，我不幸的腦袋……你真是太好問了，親愛的。爲了把這個講給你聽，我們必須利用許多數學上的東西。

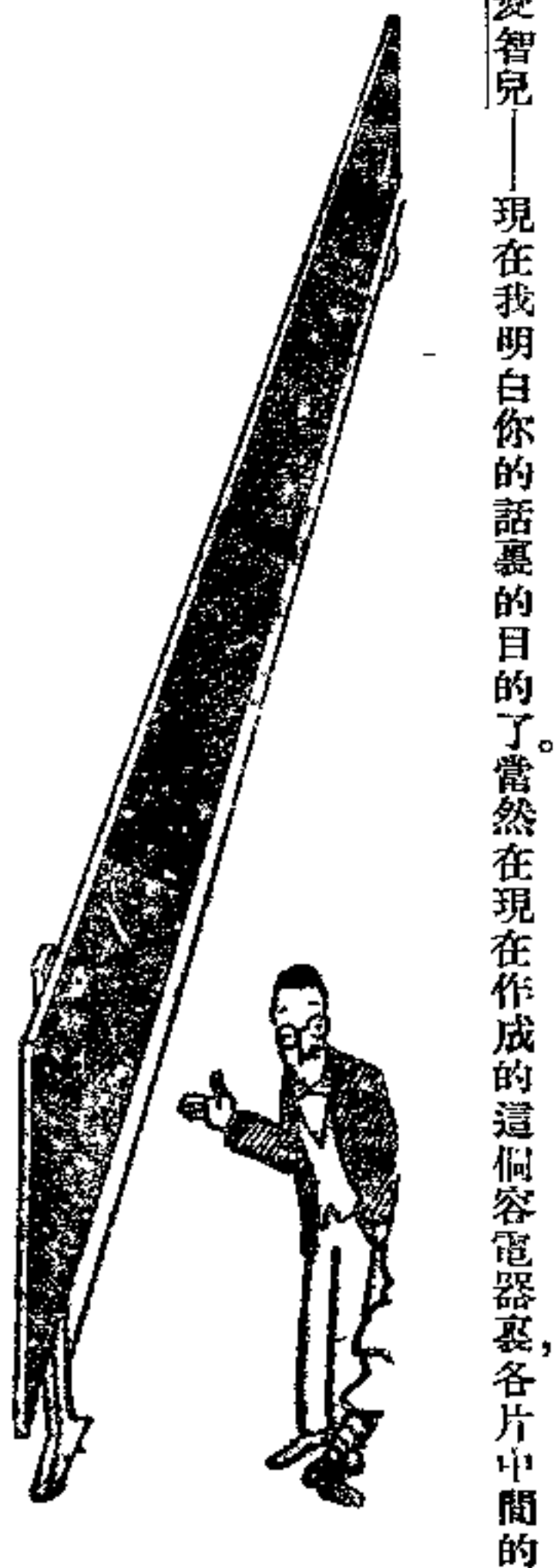
愛智兒——爲了上帝，不要作這個了，我不太喜歡數學。

無線電家——那不行！可是我還能把這件事大略的講給你聽。你看（圖五十四），這是兩個相串聯的容電器。我們假定它們兩者的片子中間



圖五十四——人們可以看出(a)兩個串聯的容電器，人們可以用一個容電器(c)來代替它們，而它的容量比起它們兩個(a)中間容量較小的那個容電器的容量還要小些。

的距離都是一樣遠，但是下邊這個容電器的片子的表面比較小一點。那麼它的容量也就比上邊那一個容電器的容量小了。現在我們可以把這圖上的圖案畫的更靠近一點，設想片2和片3貼在一起了。那麼我們就可以畫一條線來代表它們（圖五十四b）。可是現在你看在這個容電器裏，這一個片子已經是沒有什麼任務了，所以這個容電器實際上只是由片1和片4組合成的（圖五十四c）。……



距離是比較第一次所計劃的有兩倍大。那麼它底容量當然是不及a圖那個在下的容電器的容量大了。

無線電家——我很高興，因為我所說的你都恰好明白了。

愛智兒——現在又有一個問題，是更切於實際的，使我感覺到興趣。昨天我在我的朋友那裏聽他的收音機。他「捉」到了很多的外國電臺。但是有一件怪事：我們同時聽到兩個電臺，一個英國的，是達文特利（Daventry）電臺，另一個是法國的，巴黎無線電臺。我們聽到達文特利所放送的是蕭邦（Chopin）的喪禮進行曲，可是同時又聽見巴黎無線電臺所放送的快樂的「狐步舞」曲。我確實向你說，那種印象是……有一點特別……我的朋友雖然對我說，他是把他的天線調諧到同達文特利電臺的波長相當，那麼為什麼還聽見巴黎無線電臺的呢？

無線電家——他那天線的共振一定是不够準確。所以巴黎無線電臺的電波也能在上面發



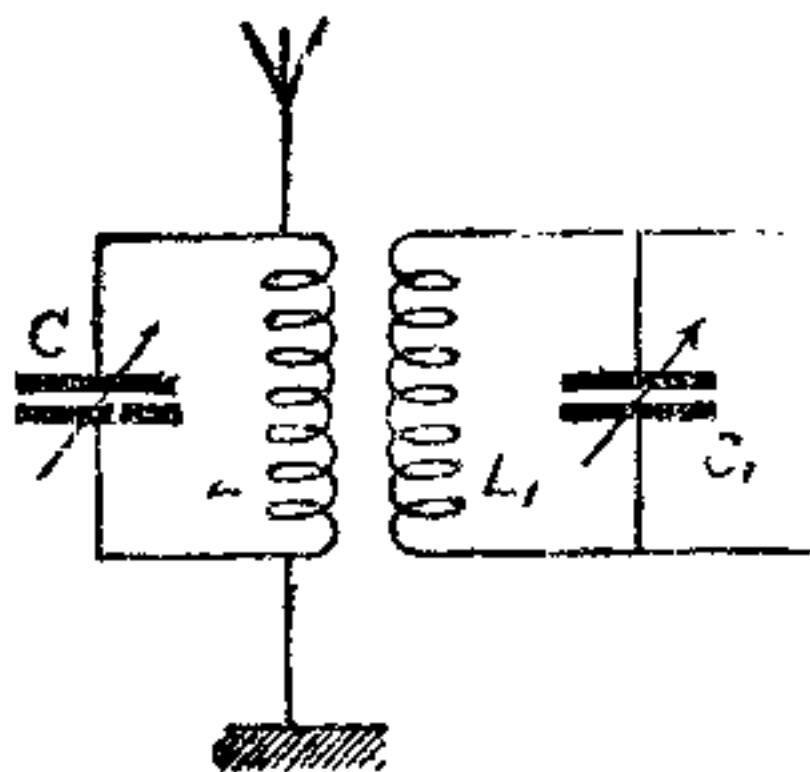
生電流。在這種情形之下人們說那是收音機的選擇性不好。

愛智兒——人們怎樣纔可以使得選擇力加強呢？

無線電家——爲了那我們得用更複雜的調諧方法。舉個例說，我們可以把另一個調諧電路的線圈，和天線電路的線圈相交連，這樣仍舊能夠調節所收到的電波（圖五十五）因爲感應作用的緣故，在 L_1C_1 電路裏也發生出高頻率的電流。人們把 L 同 L_1 相離越遠， L_1C_1 的共振也就越發尖銳。於是，即便在天線電路 LC 上受到種種電波的影響，祇有與 L_1C_1 電路的調節相適合的那一種，纔能傳到上面發生作用。

愛智兒——我要把這個方法告訴給我的朋友。

無線電家——你還告訴他，假若他的天線完



圖五十五——選擇性較好的調諧裝置。是利用在容電器 C 的片子上面的交流張力。

全沒有調諧好，也可以作成一個選擇性良好的收音機。

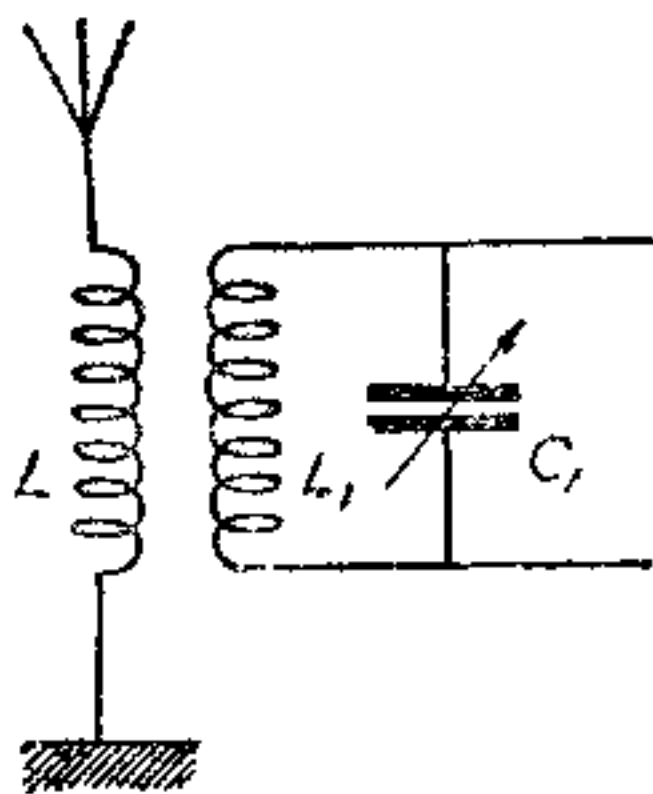
愛智兒——???

無線電家——不要奇怪！假若你的天線完全沒有同所要接收的電波調諧好（圖五十六），它可以受到「一切」電波的影響。但是調諧電路 L_1C_1 可以讓你自由選擇。祇有你所願意要的電波。

愛智兒——那一種裝置法被人常用嗎？

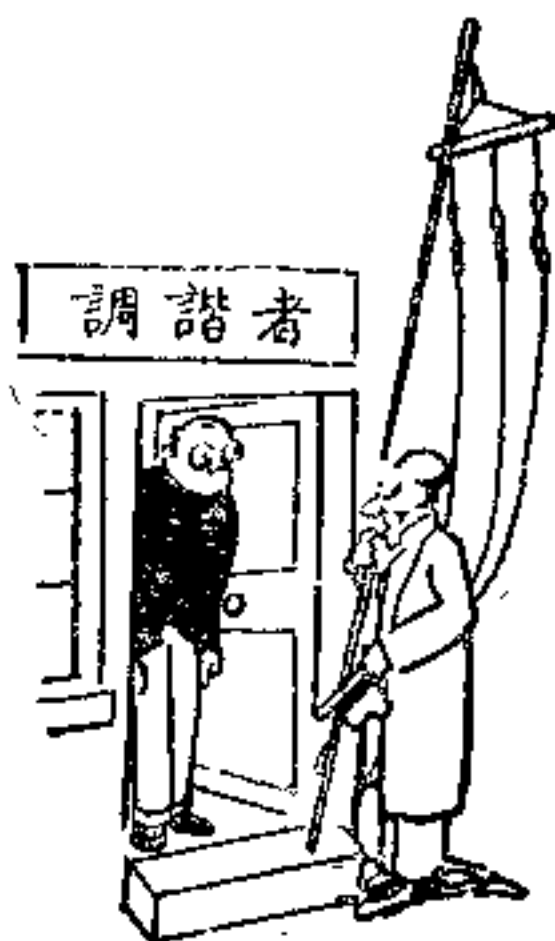
無線電家——當然。特別是當着人們利用一個很長的天線，而要接收短一點的電波的時候，因為天線本身所接收到的波長，是比他所要接收的波長大得太多了。在那一種情形之下，調諧天線常是不可能的，甚至於用串連的容電器也不行。於是人們就用上面所講的裝置法，就是說，人們可以用「不調諧的天線。」

愛智兒——這當然是很聰明的一個辦法。但是，現在請你告訴我……



圖五十六——選擇性也很好的調諧裝置。天線完全不與所要接收的電波先調諧好。

無線電家——小朋友，你所願意知道的一切東西，下一次我很樂意告訴你，今天我已經把各種調諧的裝置說得不少了。





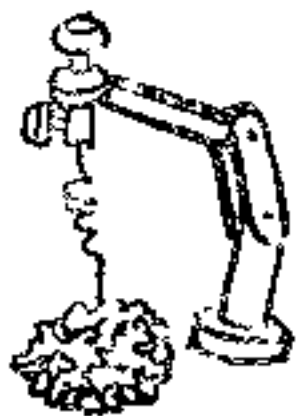
漫談十二

關於高週率的車子和低週率的乘客

在前面的漫談裏所講的是，接收天線與調諧電路的任務和性質。作者現在在這裏所要講的是礦石收音機的作用。

他特別講了講耳機的構造，祇把電磁學中與這最有關係的知識告訴給讀者。在講到檢波的構成原理的時候，他還去了解說，因為這個問題直到現在還沒有解決。何謝勒（Healy）的熱電說早就為人放棄了，那個年青的俄國科學家羅塞甫（Losev）的伏打曲線說也沒有得到充分的證明，最近的法國物理學者白拉本（Pellabon）的試驗，也沒有得到一個確切的結論。所以作者祇好再講事實了。

受智兒不費腦子想出來的那些不能實行的計劃，希望讀者們能够感覺到興味，因為它雖然不能夠實行……然而卻能够幫助你明白……



【愛智兒要效法巴斯加】

愛智兒——親愛的叔叔，從前你會對我說過，那有名的物理學家和哲學家巴斯加（Pascal），當他還祇是一個十四歲的小孩子的時候，沒有書籍的幫助，（因為他父親強制着都拿開了，）但是他卻能夠獨自發明了幾何學上的一切定理……

無線電家——幾乎所有給巴斯加作傳的人全都說到這件事。但是，愛智兒，你為什麼想起這事來了？

愛智兒——因為，我雖然沒有巴斯加那樣的天才，然而我卻非常好學，而且因為平常見你的時候很少，我是打算把我自己和無線電的關係，弄得像巴斯加對於幾何學一樣。

無線電家——很可佩服，那麼以後就不用我再對你講了，因為你自己現在已經什麼都明白了？



愛智兒——我實在並不是那麼說，正相反：現在我更需要你，要請你審察一下我的演繹的或是歸納的結論。

無線電家——那麼，你開頭吧，我的朋友！

愛智兒——我所最感覺興趣的是收音。當你談發送的時候，你在你底話裏頭說，人們播送音樂和語言，是用高週率的交流電流的變化來「翻譯」

（解釋）那聲音的可以聽得見的振動。

無線電家——正對。你還記得是用什麼器具嗎？

愛智兒——是用微音器，那麼我很自然的相信，若要接收無線電，祇要把天線上發生的高週率電波再還元變成可聞的聲波就可以了。

無線電家——好意見。可是你打算怎麼把這件事來實現呢？

愛智兒——我是那樣想。天線上的電流我使它通過很細的金屬線，這金屬線是密封在一個



小箱子裏面，這個小箱子有一面帶彈性的薄膜。電流通過金屬線的時候，同時就燒熱了它，就好像你說的在真空管裏的燈絲通過電流就會發熱一樣。更強的電流當然是把金屬線燒的更熱一點。那麼關在小箱子裏的空氣，也就隨着電流的強弱而有膨脹大小的變化。空氣的漲縮使薄膜發生振動，於是隨着就有了聲浪。我說的話你能够明白嗎？

無線電家——是的，我明白你的意思。當然，你所說的這件東西就是人們叫作熱電話機的一種機器。但是很可惜，它不十分靈敏，因為那金屬線不能夠隨着電流的強弱而很快的變熱或變冷；它就像一般人所說有點熱惰性。祇有用極細的線（0.001 millimetro 直徑一毫米的武拉斯吞（Wollaston）制的線）纔能得到一點較為好些的效果。但是這個方法現在已經不大應用了。

【叔叔無線電家作成了一塊磁鐵】

愛智兒——永遠是來這麼一套！我若是發明了一件什麼東西，它總是已經有人發明過了或是已經沒有人用了……但是那麼人們用什麼來把「聲音還元」呢？

無線電家——就和我們普通用的有線電話上的耳機一樣。

愛智兒——那麼它是怎樣構造的？它是怎樣作用的呢？

無線電家——我要用問題來回答你這個問題。你知道什麼是磁鐵嗎？



愛智兒——當然。它是一塊鐵，或者更確切的說是一塊鋼，是能够把鐵或鋼作的東西吸引起來的。

無線電家——你有塊磁鐵沒有？

愛智兒——可惜沒有！

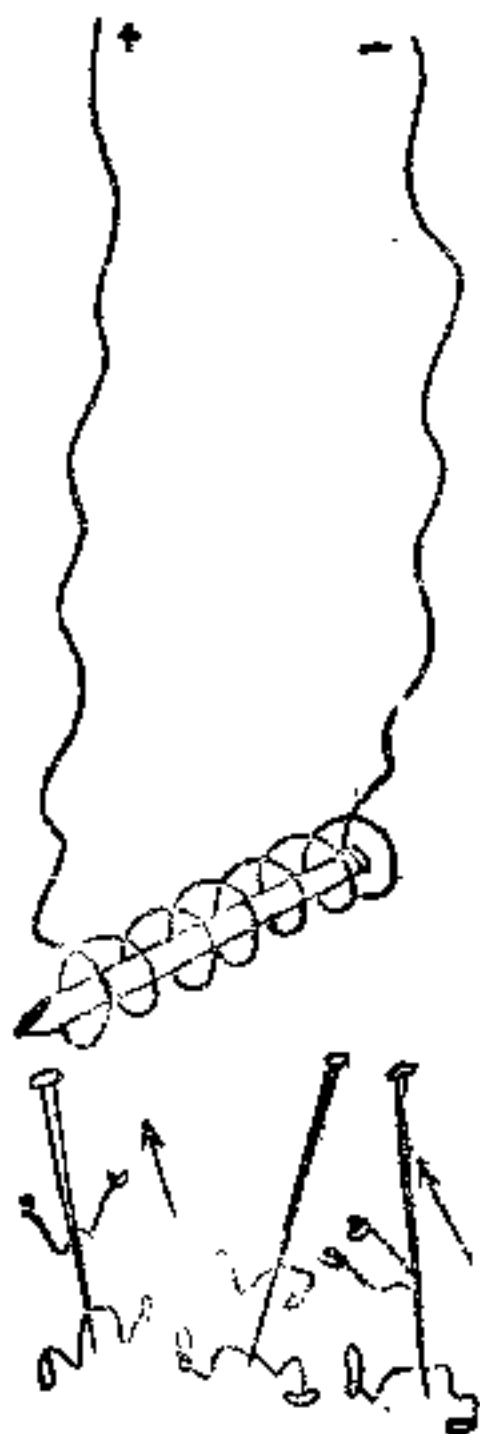
無線電家——那麼，我們

立刻就可以用這個大鐵釘來

作一個。

愛智兒——你是不是要

拿我來開玩笑？我可是很知道祇有用一塊現成的磁鐵纔能使另外一塊鐵帶磁性，此外若是想把



一塊不能保持磁性的鐵使它成為磁鐵是不可能的。

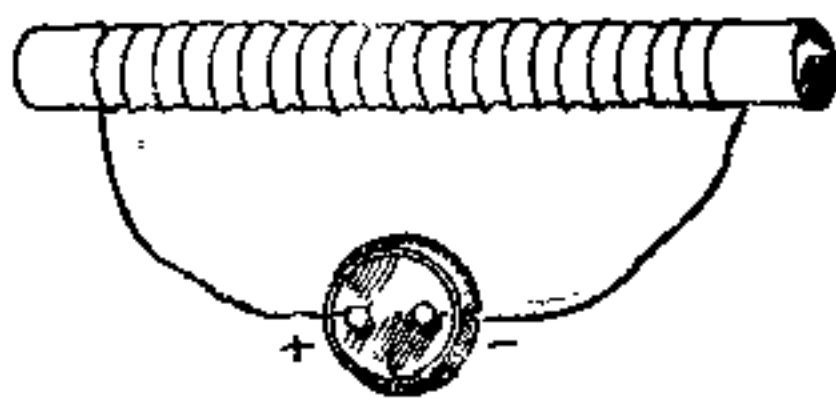
無線電家——你安靜點，小姪子！你看我在這裏作什麼：我把這個大鐵釘放到一個圈數很多的線圈裏去，我再使直流電流通過這個線圈，是從你的電燈的開關上引出來的（圖五十七）。現在請你把幾個鋼針放近這個大鐵釘。不要怕！不會電死你的！

愛智兒——真真奇怪！這個釘子吸引那些針了！

無線電家——從這個試驗裏你得到什麼結論？

愛智兒——電流通過線圈的時候，能把裹在裏面的鐵塊變成磁鐵，但是你把電流停了以後會怎麼樣呢？

無線電家——你自己剛纔已經說過了，鐵不能夠保存磁性；那麼，電流斷了以後它的磁性就沒了。然而更有趣的是另外一個問題：假若我在原來的那個線圈上，通過方向和以前正相反的電流，會發生什麼呢？



圖五十七——電磁是由一個放在通着電流的線圈裏的鐵塊或鋼塊所構成的。

愛智兒——我相信，那塊鐵就又有磁性了。

無線電家——當然，但是它的兩極卻不和以前相同。你知道嗎，一切的磁鐵全都有兩極：南極和北極，相同的兩極會互相推拒，相異的兩極則互相吸引……

愛智兒——這就好像那陰電和陽電一樣，都是一樣的事。

無線電家——你說得很好！那麼我們通過方向相反的電流的時候，剛纔是南極的一頭，現在又成了北極了，顛倒過來了。

愛智兒——那麼，假若我們能隨意變動交流電流，我們可以在這個大鐵釘前面放一塊鋼片，一會兒受它吸引，一會兒又被它推拒，那麼就會發生振動了？

無線電家——當然，而且假如這個鋼片的面積够大，而你的電磁（因為一個有鐵心的線圈人們叫它作電磁）也够強，你能够由你的這個機器發出可怕的鬧聲來擾亂你的鄰人。但是，電話耳機也是根據的這個原理。在電話耳機底裏頭你可以看見一個或是兩個電磁，線圈當中的鋼鐵心，都是已經具有磁性了的。通過線圈的交流電流可以增強或減弱它的磁性。在鐵心的對面是一

個有彈性的鐵片，可以叫它作膜片，它能隨着電磁的強弱而發生振動。

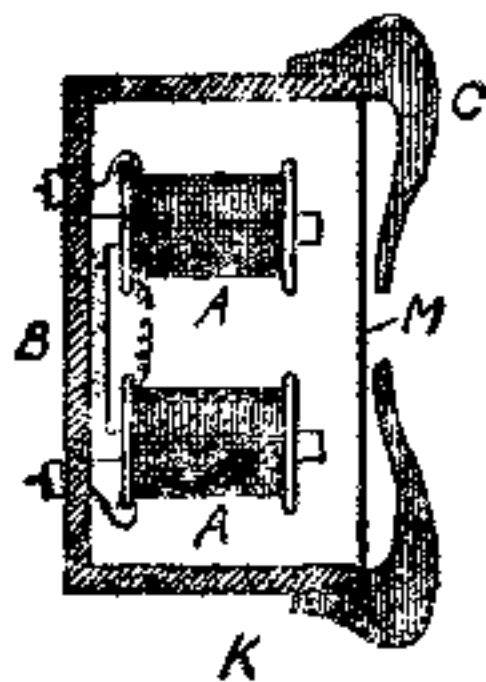
愛智兒——那麼，當着微音器的交流電流通過耳機的時候，它使膜片發生振動，於是發生音響，這樣就把電流的變動又還元成爲聲音了。

無線電家——很對。但是……

【愛智兒不合時宜地打斷了他叔叔的話】

愛智兒——等一等！我現在能作出收音機的圖案來了。請看（圖五十九。）我只是把耳機和容電器的正負片相並連。這樣，那在容電器底正負片上所現出來的交流的張力，就能够在耳機裏通過電流，這樣就可以把它還元成聲音了。

無線電家——這個意見太好了，但是……



圖五十八——耳機之縱剖面圖：A，A是電磁鐵；M，膜片；C，可以旋下來的壓板；K金屬殼子。

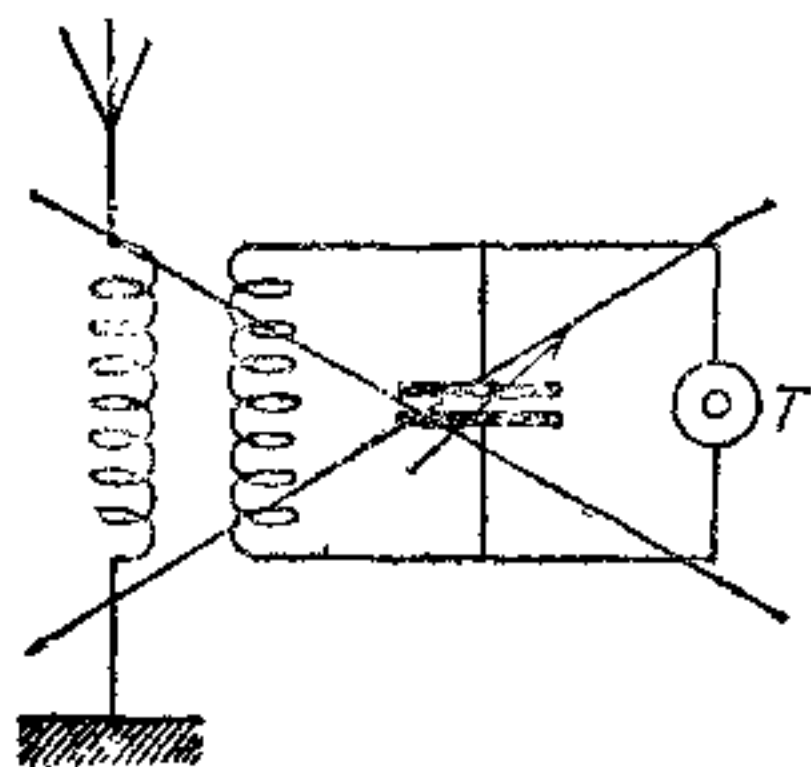
愛智兒——爲什麼還要用個「但是」？

無線電家——不但一個，還有好幾個呢。第一件，你要注意，耳機上的膜片雖然已經是極薄了，但是它仍具有一點惰性，不能夠隨着無線電的電流的週率來振動；第二件，就是假定它能夠隨着無線電的高週率電流起振動，我們也不能夠聽得見；因爲即便是那最精細的耳朵也覺察不出那些振動週期超過四萬的聲音。最末了，高週率的電流不能夠通過線圈裏的那有鐵心的線圈。

愛智兒——爲什麼？

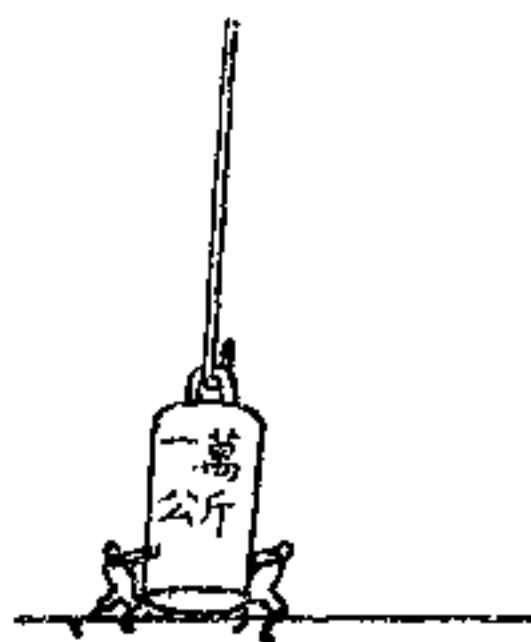
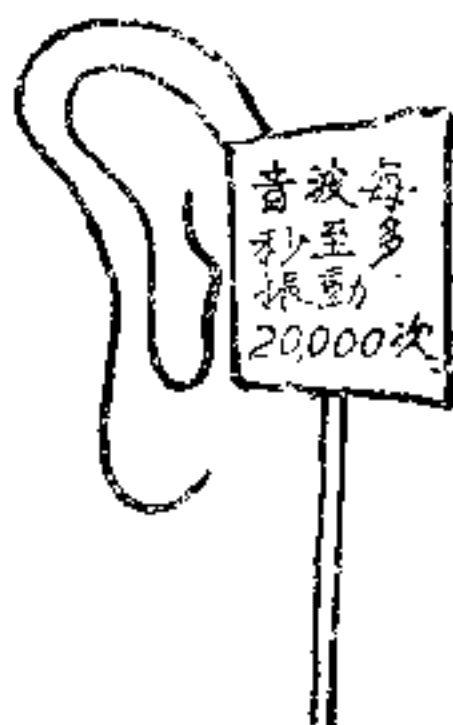
無線電家——要把這事對你講明白話可長了！

簡捷的說來，線圈當中加了一個鐵心對於線圈本身的自感應可以極度的增大，而且你本來已經知道，自感應是同惰性差不多。因此就好像動作極快而又方向互變的推動不能夠移動一個很重



圖五十九——愛智兒所提出的收音機圖，它當然不能夠工作……T，耳機。

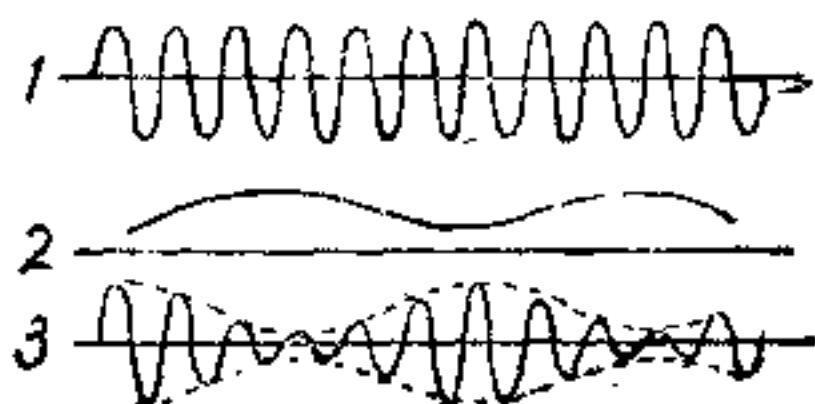
的擺一樣。振動太快的交流張力在線圈的末梢也不能夠推動它上面的電子。



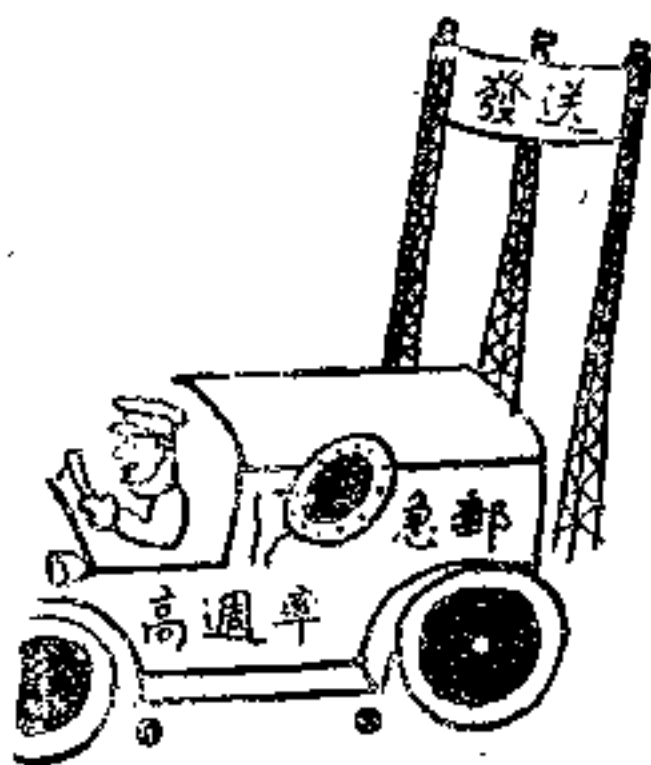
愛智兒——已經明白了。那麼……人們就不能夠用耳機來聽見什麼了嗎？

無線電家——你不要把你的結論下得太快了！你直到現在你忘記了一個極重要的條件。你迴想一下，在那發送電臺的天線上的電流是由兩種不同的東西結合而成的。第一種是，由那等幅波振動發生器所發生出來的高週率電流（圖六十的1）。第二種是，經過微音器的阻抗所發生出來的低週率的調幅（圖六十的2）。而由這兩種不同的電流混合起來在天線上所產生的結果就

成了在形式上够複雜的一種東西：它是高週率的交流電流，而在它上面又可以依強度的大小分成段落。我們爲了聽見聲音祇對於那電流上的低週率的一部分發生興趣就可以了……



圖六十一——無線電話發送機的天線電流 3（在漫談九裏已經解說過了），是高頻率的等幅電流 1，經過微音器的阻力的變化 2 加以調幅後而產生的。



愛智兒——那麼我們爲什麼要這高週率的電流呢？

無線電家——因爲祇靠它纔能够產生出飛越空間的電磁浪。它好像是爲了低週率的一部

分而用的車子一樣。

愛智兒——就好像是在發送電臺裏人們把經過微音器的電流（調幅波）坐到高週率的車子上，這個車子把它載到接收音機那裏。但是接收機必得把微音器的電流從它的車子裏拉出來？

無線電家——你的譬喻非常恰切。正是得把電波裏的高週率的一部分趕掉，而把低週率的可聞電波領導到耳機裏去。

愛智兒——人們怎樣來作這件事呢？

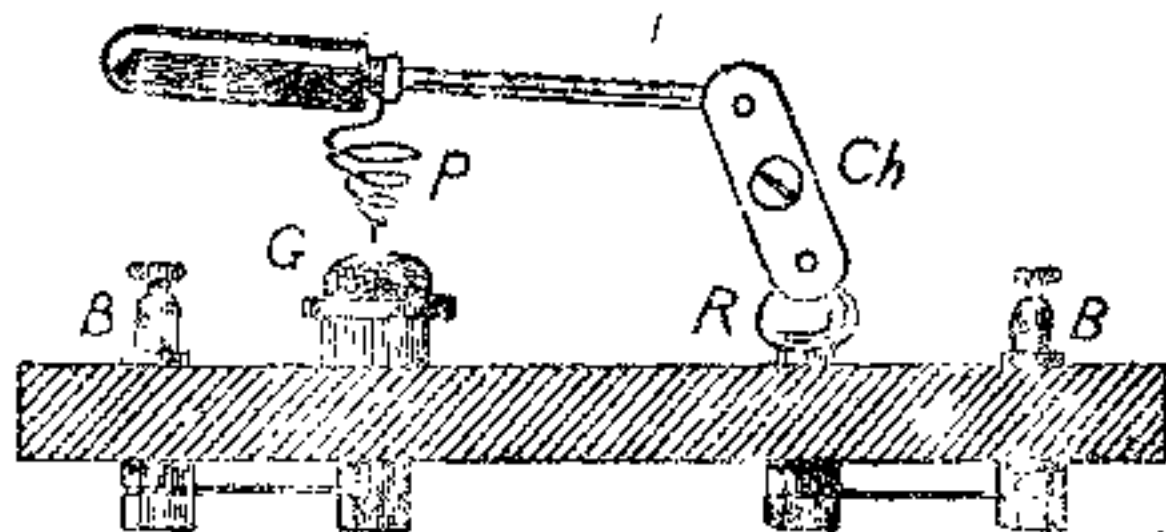
無線電家——用檢波器。

【又是一個野蠻字眼】

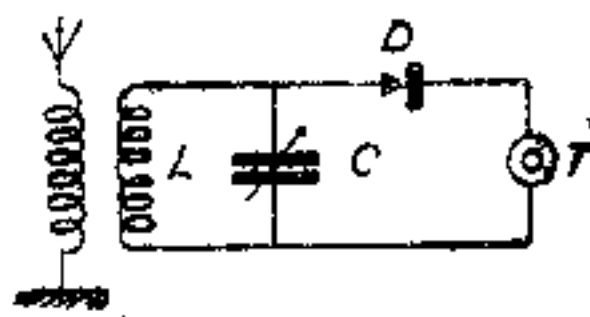
愛智兒——以我看來，若是一個人學無線電好像就必得學一大堆野蠻字眼……什麼是檢波器？

無線電家——我先告訴你一種最簡單的：就是礦石。人們發現，若是金屬針同幾種礦石相接觸的時候（例如方鉛礦，）就有單向性的作用。那就是說那些接觸點就好像是控制電流的活塞一樣：那些電子祇准向一方向走去，例如從金屬針走向方鉛礦就不能夠再轉回來了。這一個奇怪的現象現在還沒有弄清楚是怎麼一回事；然而人們在無線電裏卻非常會利用它。金屬針同方鉛礦相接觸作成的礦石是最通用的一種檢波器（圖六十一）。

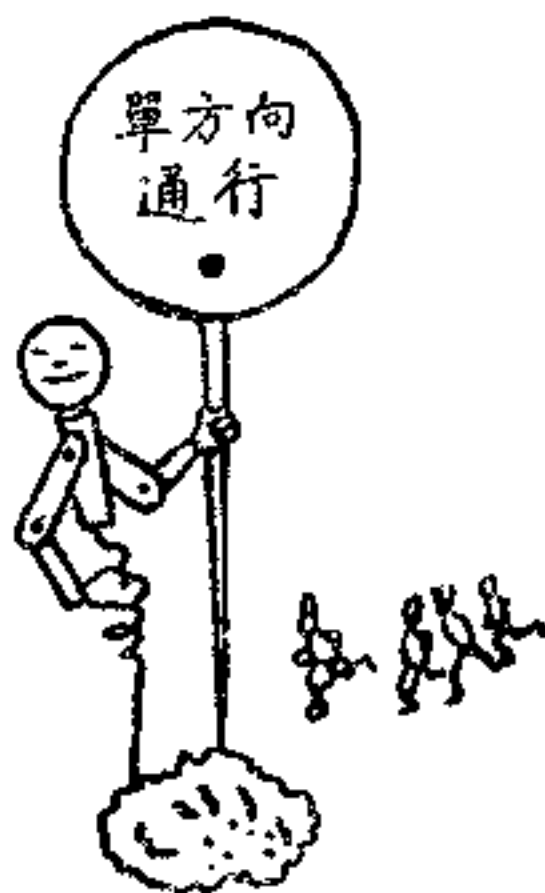
愛智兒——但是它在無線電收音機裏有什麼作用呢？無線電家——我一會就要對你講。這裏（圖六十二）是一個最常用的礦石收音機的線路圖。你看，檢波器是與耳機相出聯。在振動電路LC上面被引起的高週率電流（圖



圖六十一——普通的礦石檢波器。G，裝在金屬底座中的礦石；P，金屬「觸鬚」；R，接線組。爲了觸鬚能夠在礦石的表面各點上活動增加「靈敏」起見，觸鬚是裝在可以活動的Ch與R的上面。

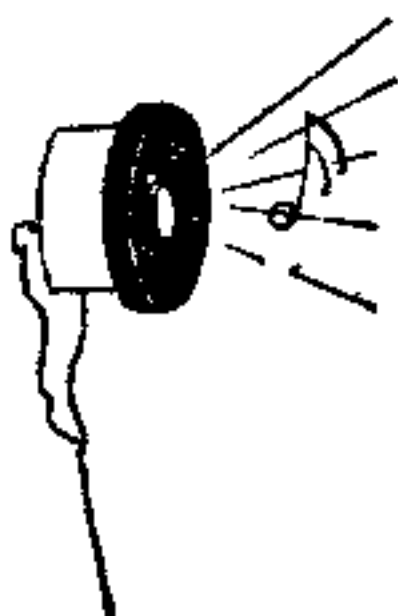


圖六十二——礦石檢波收音機線路圖。D，礦石檢波器；T，耳機。



六十三A，祇能單方向的經過檢波器（圖六十三B）如一般人所說，它是被檢波器檢驗過了。於是到耳機裏去的電流祇是單方面的，它的影響總合到一塊，於是使得那塊電磁鐵的力量忽強忽弱。你看這個電磁只是隨着低週率的電流發生變化的。我們好像是把電流的低週率一部分去掉了。那麼，在耳機裏……

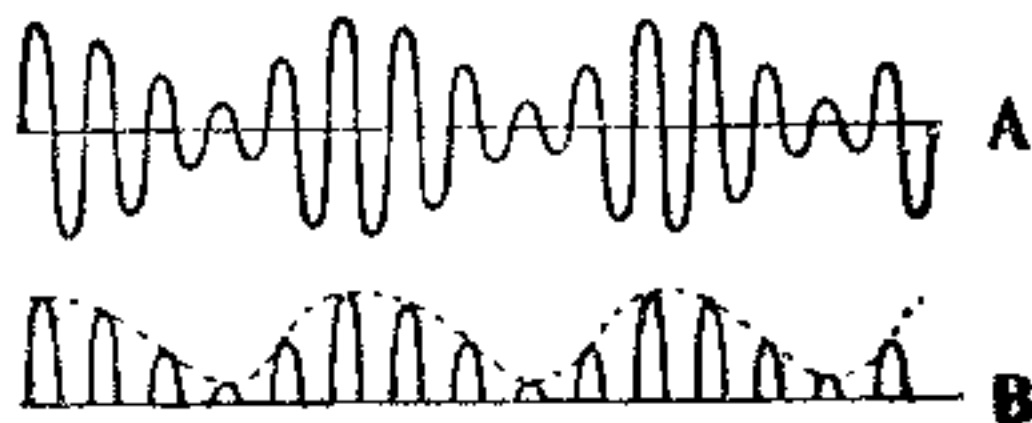
愛智兒——我就會聽見從發送電臺的微音器裏發生出來的聲音了。



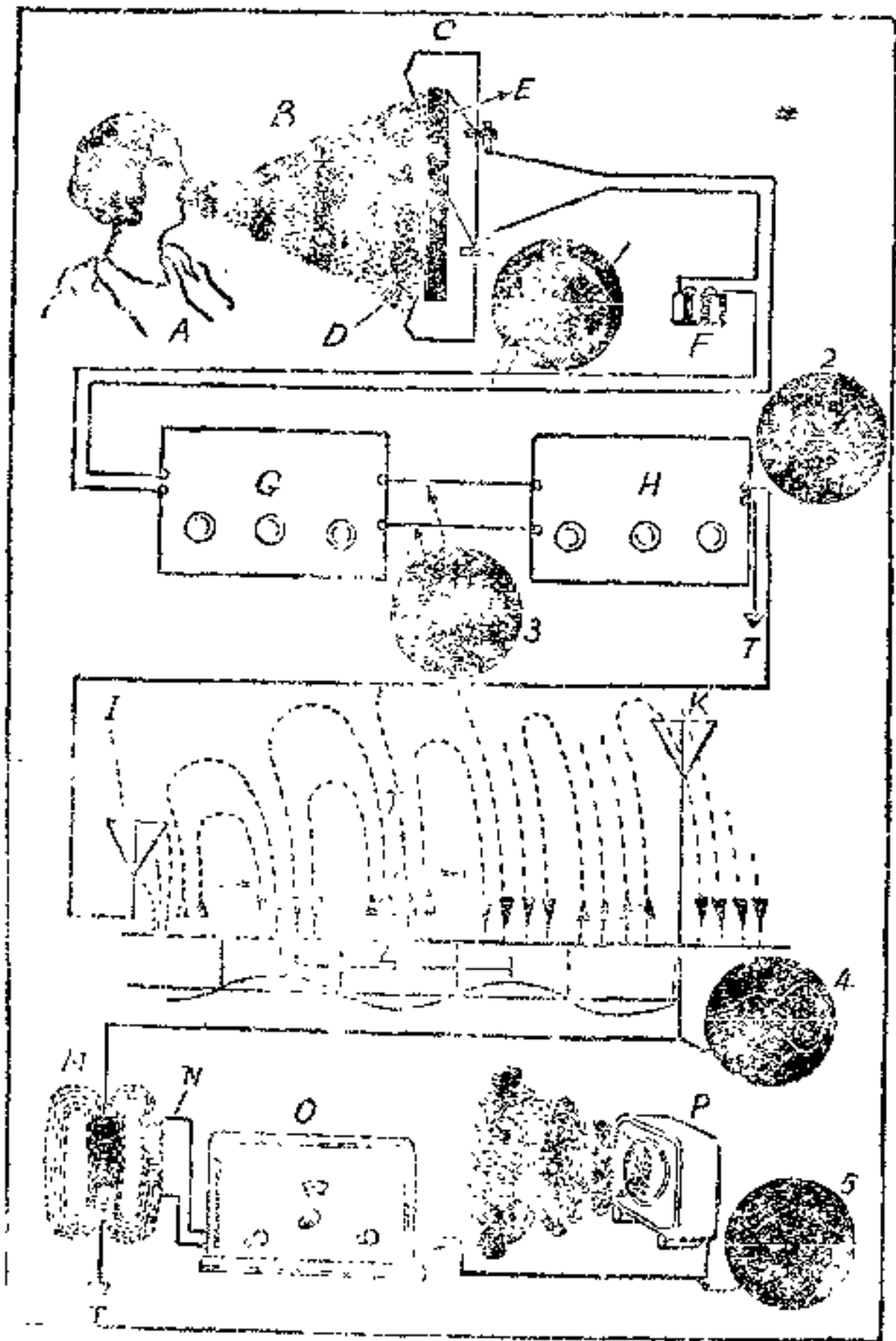
無線電家——很對。那麼現在你懂得無線電收音機的作用了嗎？

愛智兒——是的。然而我得把今天所說的再全都默想一遍。但是傳播來的電波够強嗎？它能……

無線電家——你所要問的那一大堆問題我已經都先看到了。下一次再談吧。小朋友。



圖六十三 a——礦石檢波收音機的作用。A，振動電路中的電流。B，檢波後的電流。人們可以看出來，檢波是把電流收過一半使它成為單方面的。在B線上的單方面的起伏結合到一塊在耳機膜片上發生機械影響，起伏的總影響是用虛線表示。



圖六十三 乙——在發報機和收音機裏的電流電流的各種變化。A，播音室裏的女唱歌者；B，音波；C，發報器；D，膜片；E，炭屑；F，微音器用電池；G，低頻率放大機；H，音調振動發生器和調幅器；I，發送天線；K，收音天線；J，電壓表；L，波長；M，天線線圈；N，調諧電路線圈；O，收音機；P，揚聲器。1，微音器之電流；2，經放大後之電流；3，高頻率調幅後之電流；4，在帶音天線上之電流；5，在揚聲器中之電流。



漫談十三

關於狗和豬

作者告訴我們的許多關於真空管的豐富的材料，使他現在能夠很容易的解釋真空管的檢波。但是在他還沒有說到正題以前，作者還要回到上一次的漫談。把在它裏頭所講到的主要問題有組織的提要再重複一次。

說到真空管檢波上面，作者祇就所謂「陽極檢波」詳細的說一下子。然而對於別的方法，他也充分的解釋一下。最末了，是講到再生式檢波，那是一切現代收音機的樞紐，已經成為業餘無線電家所最愛好的一種機器。



【溫習乃研究之母】

愛智兒——親愛的叔叔，你來了，我很高興。我要你幫我點忙，把這些小箱子裏的好多東西整理一下。

無線電家——小朋友，你說的是一些什麼樣的小箱子啊？

愛智兒——你看，我覺得我的腦子好像是一個有許多小箱子的櫥子似的。當着我學一種東西的時候，我要記一點什麼，我就可以把這件事放到有關係的小箱子裏。那麼，現在在我的腦櫥前面是擺着好多要整理的事情。



無線電家——我對那一點都不懷疑。自然上一次我們談的那幾個嚴重的題目，是談的快了一點。那麼，你簡捷的告訴我，在上一次的談話裏，你有什麼不很明白。

愛智兒——第一件，我們所說的實在關於電話耳機，我們於是計算，藉了電話聽筒，我們纔

能把交流電流變成聲音。

無線電家——是一切的交流電流全都可以變成聲音嗎？

愛智兒——噢，當然不是，祇有那些同音波的頻率與形式相符合的電波，纔能够藉聽筒的力量改變成聲音。

無線電家——那些電流的頻率是怎樣？

愛智兒——和那些爲人的耳朵所覺察出來的聲音一般，就是在十六與四萬之間。

無線電家——很對。爲了要把這些可以聽到的電流，與那些高頻率的電流區別開，人們叫它們作低頻率電流或是可聞頻率電流。現在，那在天線上受到外來電波而發生的電流是什麼樣？

愛智兒——它是高頻率的電流，但是又是經過調幅了的，那代表出，電流在發送電臺，經過微音器時受了變化着的阻力，於是把電流的強度分成種種不同的週期。

無線電家——那種在電流上時時變化着的強度，就在它本身



隱藏了低頻率的電流，而要在電話聽筒上面顯現出來。但是那些高頻率的電流，能够直接在電話聽筒上發生作用嗎？

愛智兒——不能！必需先使它經過檢波，那就是說，須得把它裏面低頻率的一部分取出來。

無線電家——那是怎樣作成的呢？

愛智兒——用檢波器。那檢波器祇讓電流向着一個方向走。藉了檢波器的幫忙，我們纔能够使得交流電流在檢波以後變成單向的忽強忽弱的「推動」。這些推動的影響總合到一起，因為它們的強度有變化，所以檢波後的電流也發生變化；於是它就使得聽筒的膜片發生振動。

無線電家——總結起來，在收音機中可以大致分成三部分：調諧電路、檢波器和聽筒。在檢波器的前面的電流是高頻率的，在它以後——就成了低頻率的了。

愛智兒——那麼我謝謝你。現在我那小箱子裏的一切，都已排列好了。

【還有一個沒有裝滿的小箱子】

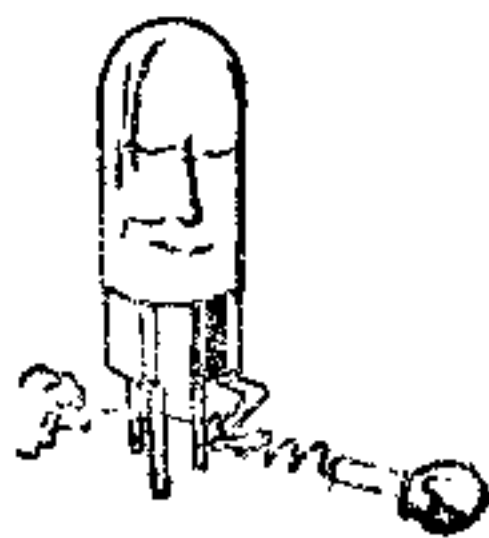
無線電家——我的朋友，那麼現在我們可以把我們的談話作一個結束了。你現在對於無線電發送機和收音機的原理，實際已經都知道了，那麼……

愛智兒——……請你原諒！我還有一個沒有裝滿的小箱子。關於電子燈在發送機中怎樣使用的種種情形，你已經對我說過；並且在講別的東西的時候也常提到。但是我看見在收音機裏也用它們。它們是不是祇爲了增加收音機的美觀起見而放在裏面的？

無線電家——當然不是！電子燈在收音機裏的用處是作高頻率放大和低頻率放大，或是用它來作一個檢波器。

愛智兒——但是我們既然已經有了又簡單又好的礦石檢波器，爲什麼我們還得用燈來檢波？

無線電家——愛智兒，因爲電子燈是一種奇妙的器具，它所做的事情，是別的任何東西都作不到的。



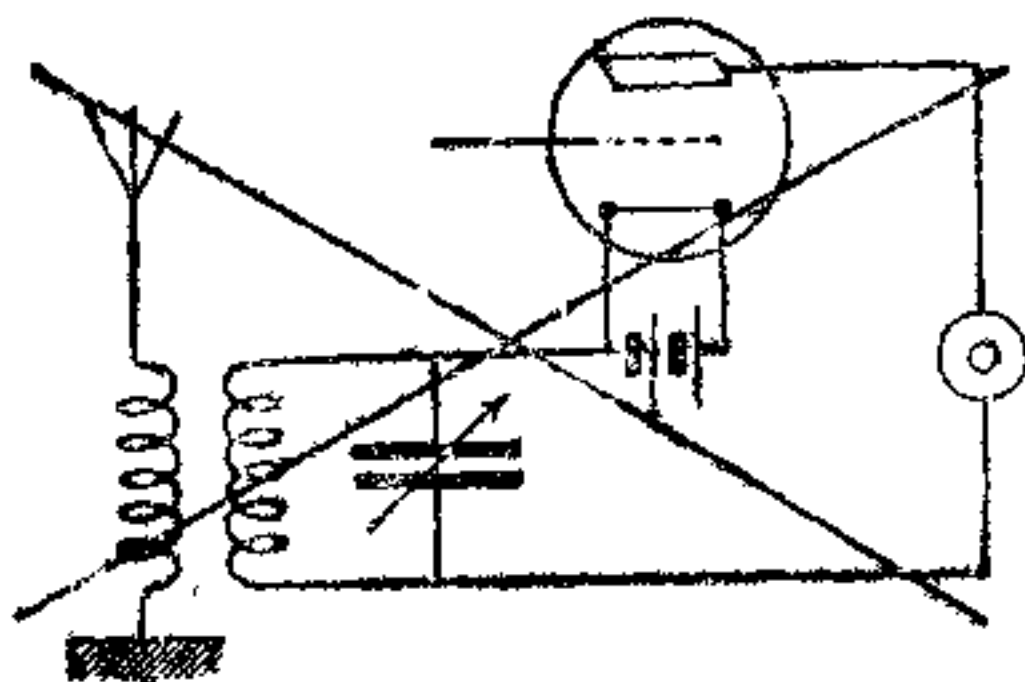
愛智兒——以前我早就想過，我們可以用電子燈來代替礦石檢波，因為它也具有單向作用，電子祇能從燈絲上跳到屏極上，而不能從屏極跳到燈絲（圖六十四）。

無線電家——當然，但是人們不是那樣用燈檢波。不要忘記了，在調諧電路中的電流是極其微弱，於是它在屏極與絲極之間所引起的張力的變化，也是不够強，不能夠產生出充分的屏極電流。

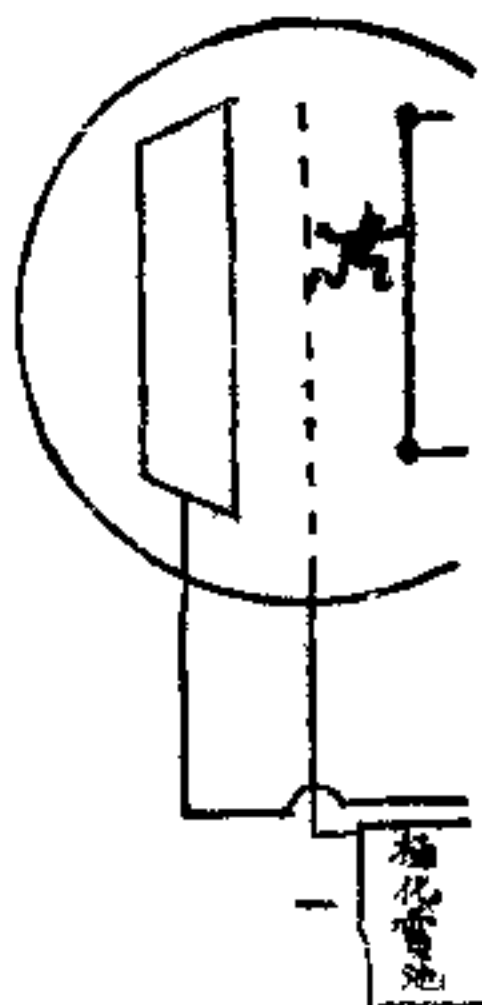
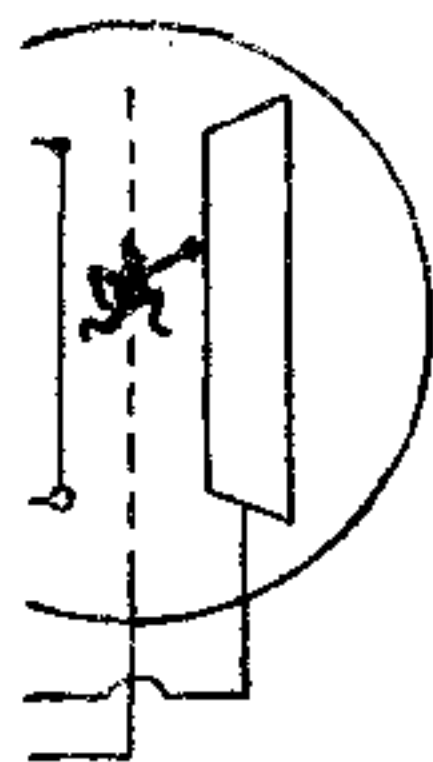
愛智兒——那麼人們怎麼辦呢？

無線電家——人們竭力利用真空管最有效的特性。你應該還記得，在柵極和絲極之間的勢差發生最微小的變化，陽極電流就會有很大的差異。

愛智兒——是的。我們並且說過，電子服從那柵極最微小的耳語的命令。



圖六十四——照愛智兒的意思安排的檢波燈。它不能夠工作。



無線電家——那麼我們現在可以用這個線路（圖六十五）來作檢波。那所接收到的電波在調諧電路中產生出的交流張力，是在燈絲與柵極之間。藉了一個叫作「極化電池」（Polarization battery）的柵極電池的幫忙，於是在必要的時候，柵極就正巧與絲極成爲相關連的負性，使得從絲極上發出來的電子，可以再被推拒回到絲極上。

愛智兒——那麼在那樣的情形之下，在陽極電路之中就沒有電流存在了？

無線電家——或是沒有，或是僅僅只有一點。現在假定外面來了無線電波。因它而在調諧電路中引起的交流張力，必然使得絲極與柵極間的電壓發生差異。柵極本來是因柵極電池而成爲

負性的了，於是因電壓的不同而使它的負性的程度忽強忽弱。若是柵極的負性還是很強的時候，會發生什麼呢？

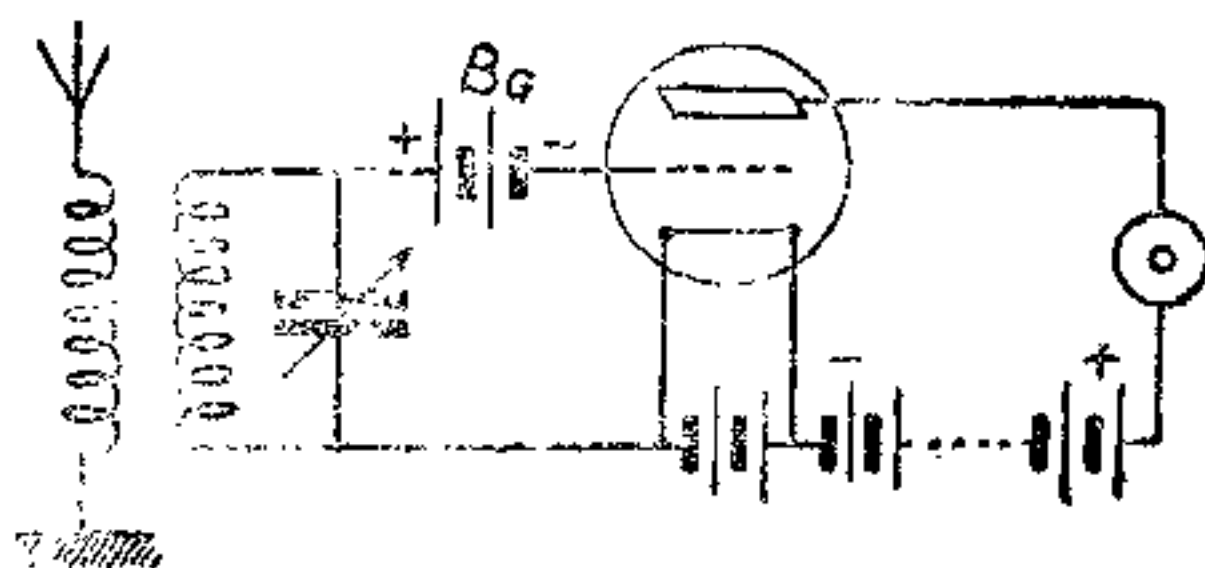
愛智兒——在那種情形之下，它還是同樣的不讓電子通行，因此也就沒有陽極電流。

無線電家——很對。可是，若是柵極的負性減少的時候呢？……

愛智兒——那時它會放過電子使得陽極發生電流

無線電家——那麼，你看，祇有單方面的變化纔使得陽極電路中發生電流。但是精密一點說，這實在已包括了檢波的現象。那麼我們的燈真的檢波了。

愛智兒——但是，簡單的礦石不能夠同它檢波檢得一樣嗎？



圖六十五——用檢檢波的方法，此式名爲「陽極檢波」法。

無線電家——實際是如此。當着外來的電波非常微弱的時候，礦石檢波能夠像電子燈一樣好或許更好。但是當着電波不很弱的時候，用燈檢波是比較更好一些。

愛智兒——為什麼呢？

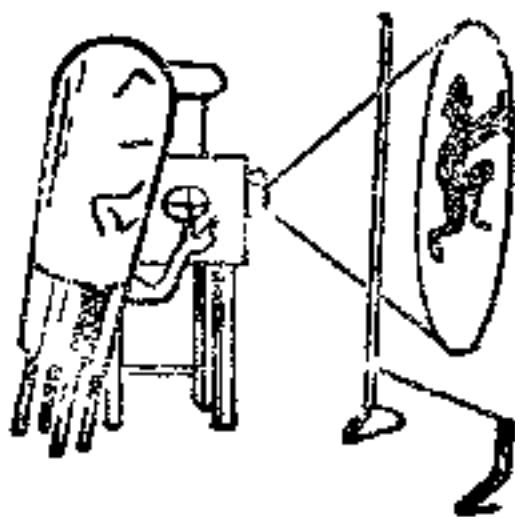
無線電家——因為那時與柵極張力相連的很微小的變動，就能夠使得陽極的電流發生很大的變化，這些電流再由陽極電路中的聽筒變成強有力的聲音。

愛智兒——請你准我問……

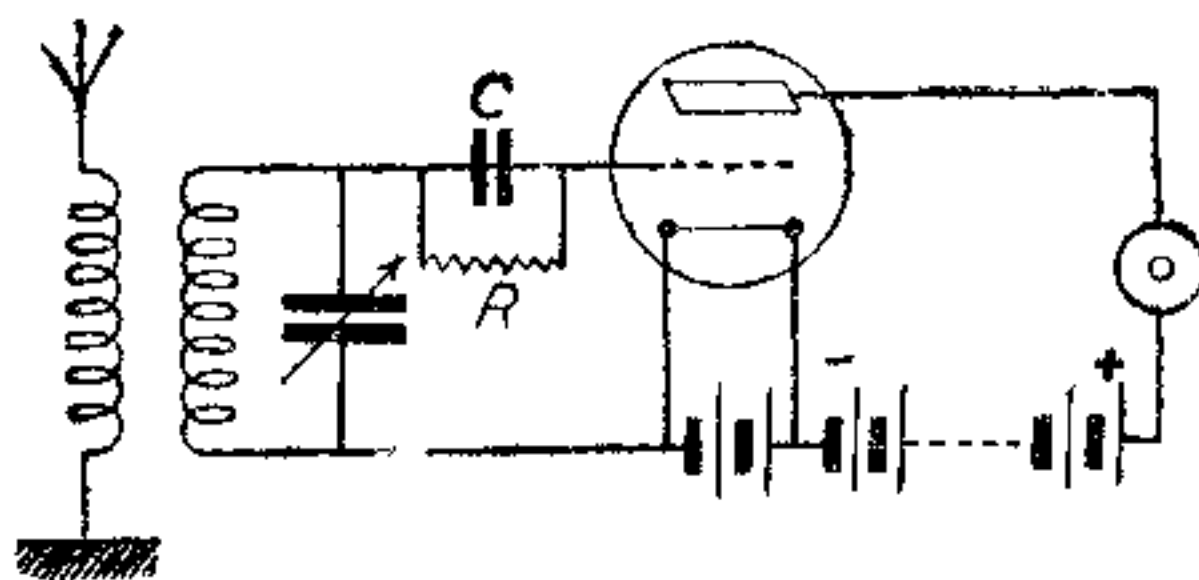
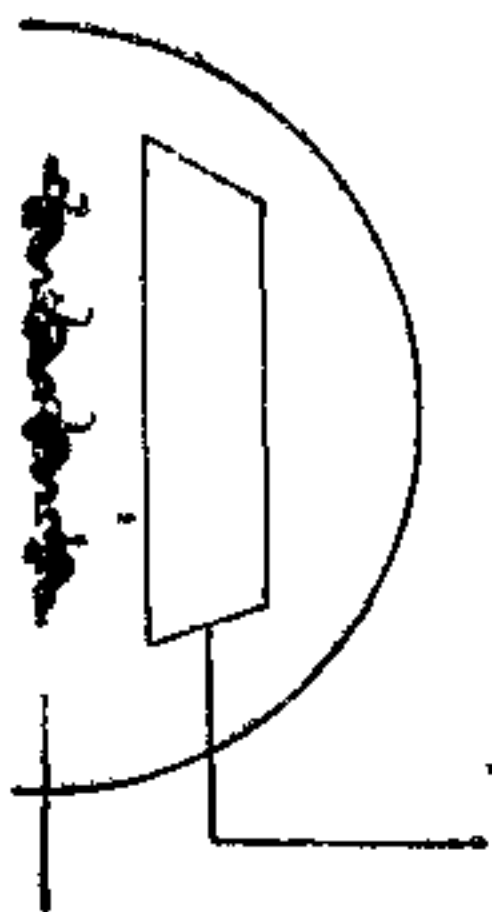
無線電家——我早已料到你所要問的問題了。但是必需我對你先說幾句話。我剛纔對你說的這個用燈檢波的線路圖，是並不常應用的。我們大抵都是用另一種線路（圖六十六）在那種線路中，是以一個小的固定電容器 C （ 0.0001 到 0.00025 微法拉特）和一個高阻力的電阻 R （有一至十百萬歐姆）來代替原來的 B 電池。

愛智兒——可是這怎麼檢波呢？

各種放大



無線電家——把它說明白話是有點長，這裏祇把電子本身說一說好了。電子從燈絲上面發射出來跑到柵極上面聚集起來，因為這個緣故柵極就成為負性的了，當時陽極電流就變小了，而柵極上面聚集着的電子通過電阻 R 又回到燈絲上去。但是我這不過是給你一點暗示而已，這一類檢波的複雜的機構我是不對你講的，你祇明白它的線路就可以了。現在你可以向你的被耽擱而沒問的問題了。



圖六十六——最常應用的燈檢波法，名為「柵極檢波」法或支路容電器檢波法。

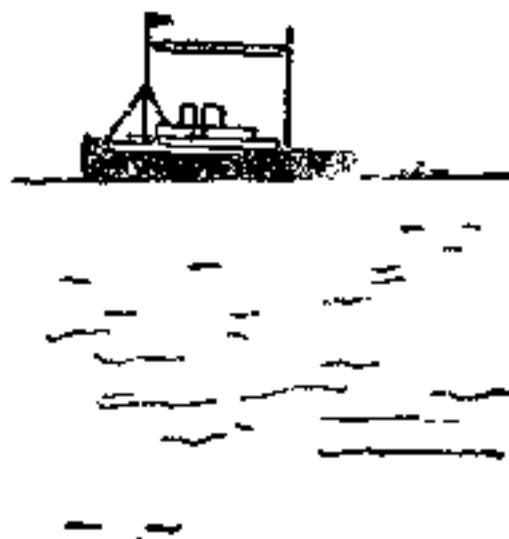
【笨狗的悲劇的冒險】

愛智兒——我正要把這一件事解釋給我，你曾說過，礦石檢波器對於微弱的電波是更靈敏一些。爲什麼我們在接收遠地或是小力電臺的時候，還是得用有真空管的機器呢？

無線電家——因爲有一個非常容易的補救方法，可以極度加大真空管檢波器的靈敏度。

愛智兒——那麼請你快說，它是怎麼作成的？

無線電家——那就是所謂「再生」檢過波的電流，人們藉着一個被放在調諧電路中間，與調諧電路中的L線圈有感應交連的R線圈的力量，把它又送回調諧電路裏去（圖六十七）。那麼那已經在燈裏被放大了一些的電流，在燈的柵極上的作用更加有力。它在陽極電



流中引起更強烈的變化，而陽極電流又返回到調諧電路中，使柵極的電壓發生更強的變化；它……這樣循環着。我可以把這一套歷史永遠重複着說下去。虧了它，我們纔能夠有很靈敏的收音。

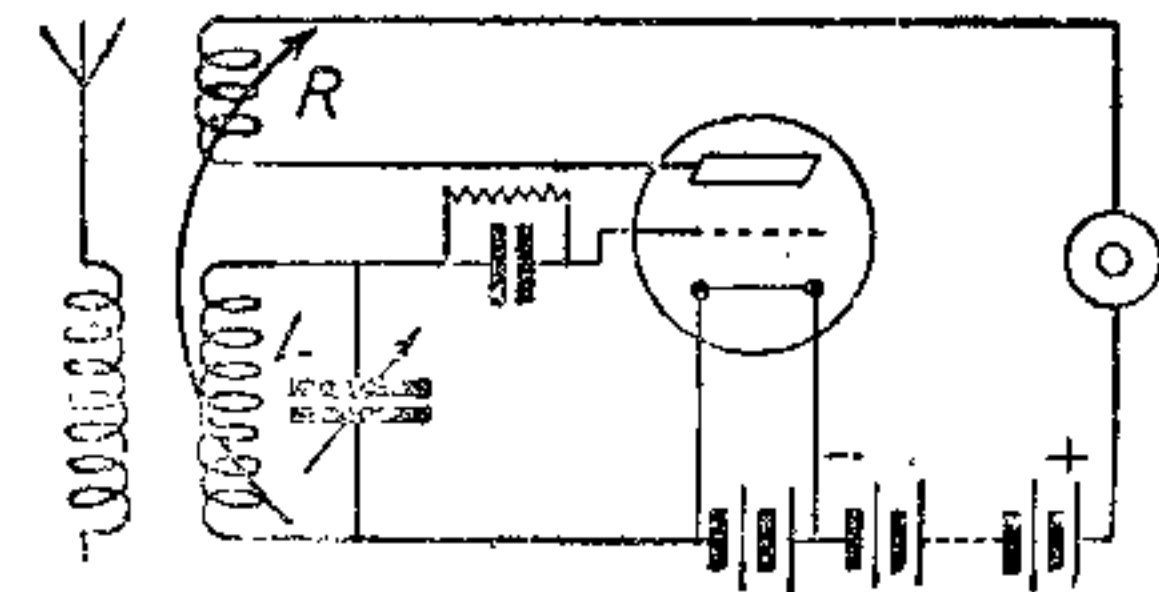
愛智兒——奇怪……但是並不是太奇怪。因為今天我
在花園裏看到了同樣的事情。

無線電家——怎麼樣？

愛智兒——是的！我們的笨狗作出了再生。

無線電家——？！？……

愛智兒——不要奇怪。有一個惡意的昆蟲叮了它的尾巴。這個被侵犯的狗打算公平地懲罰一下這個罪人，於是轉回頭來用牙捉住了它自己的尾巴尖。



圖六十七——再生檢波機線路圖。再生圈R藉感應作用把已被放大的振動又送回調諧電路裏去。

無線電家——你對我說些什麼？

愛智兒——等一等。你馬上就明白了。那麼在捉住了尾巴以後，牠就把它咬了一口。尾巴上的痛楚更加強烈了，那使得那狗更加兇猛，於是牠更用力咬了一口；這樣下去。於是牠咬得越用力，牠越變得兇猛，牠越兇猛，牠越用力咬。這不是與再生很相似嗎？

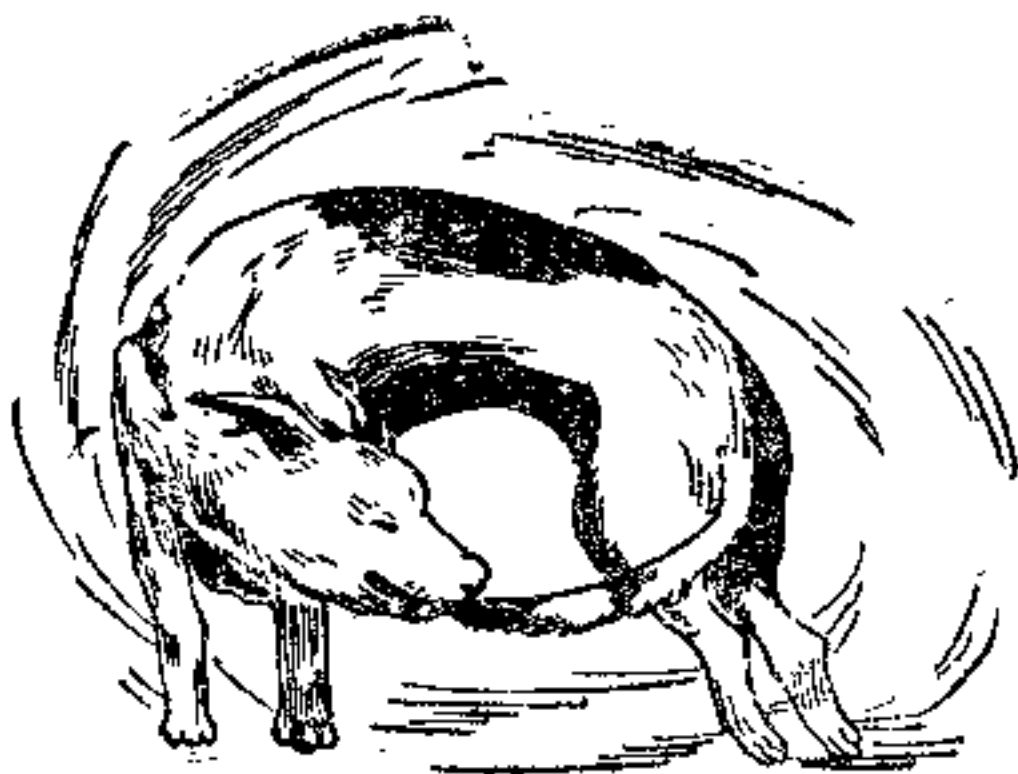
【以太中的豬】

無線電家——你說對了，小朋友。

愛智兒——但是我注意到一個很奇怪的事。你的

再生式檢波機的線路圖與你從前作過的外差機的線路完全相似。

無線電家——當然你說對了，而且這是有點可惜。



圖六十八——再生的原理。

愛智兒——那是爲什麼呢？

無線電家——因爲假若一個人把再生線圈與調諧線圈之間的交連作用，利用得過度的時候，再生檢波機的作用就完全同外差機一般了；它開始發出連續振動，它變成一架真的發送機了。而且它的振動與所接收到的電波相混合，造成了一種非常難聽的嘯聲。因爲這個「發送機」能够使周圍數百米內可以收聽，於是所有鄰近的收音機就要都聽到同樣的嘯聲。

愛智兒——但是爲什麼無線電學者把再生力弄得過度呢？

無線電家——因爲那些「以太中的豬。」因爲他們竭力要使他們自己的收音機最靈敏最有力，可惜再生式檢波正是在近於振動點上最靈敏。因此好的調節的目標，是要把這個機器調節的剛剛達到振諧點，而不要使它過度。但是很不幸，人們永遠是想更好。結果是像諺語中所說「過



猶不及。

愛智兒——我永遠不使我的收音機發出叫聲。
無線電家——「己所不欲，勿施於人。」





漫談十四

還是關於豬叫聲和無線電狂

美麗的無線電圖裏面的漫遊將到末尾了。在頭幾段漫談裏所包涵著的關於普通電學理論的必要智識，使得作者能够很快的把收音機的主要型式顯示出來。在現在這個漫談裏，作者又回頭來談一談再生檢波式機的功用，這是一種在應用上最廣泛的典型無線電機。他並且也說明了干涉現象，在下面快要講到的一個漫談中，講到超外差式的理論的時候，它的了解對於讀者是很有用的。

在現在這個漫談中，還要談到抵抗放大，僅僅在十幾年以前，那還是惟一被應用的式子，後來不公平地被忘掉了。可是最近聽了許多有趣的新發現，它又重新引起廣大的興趣了。

【近於幾何學的理论】

愛智兒——親愛的叔叔，請到這裏來，我給你看一件我所作的東西。

無線電家——你又打破了窗戶玻璃了嗎……或是把掛鐘又弄掉下了嗎？

愛智兒——不是，你看，我作了一個什麼？

無線電家——啊！怪事！你作了一個無線電

收音機，是照那一種線路作的呢？

愛智兒——我除了那很簡單的礦石收音

機之外，祇曉得那再生式檢波機，於是我就作了

一個再生式檢波的收音機。

無線電家——你作的很好。那是爲初學者最好的一種機器。有了它，你對於收音機的安排等

等可以更加熟悉了。

愛智兒——但是，親愛的叔叔，我恐怕我是在以太引了太多的豬來：在我的機器裏叫嘯的



回數實在太多了。

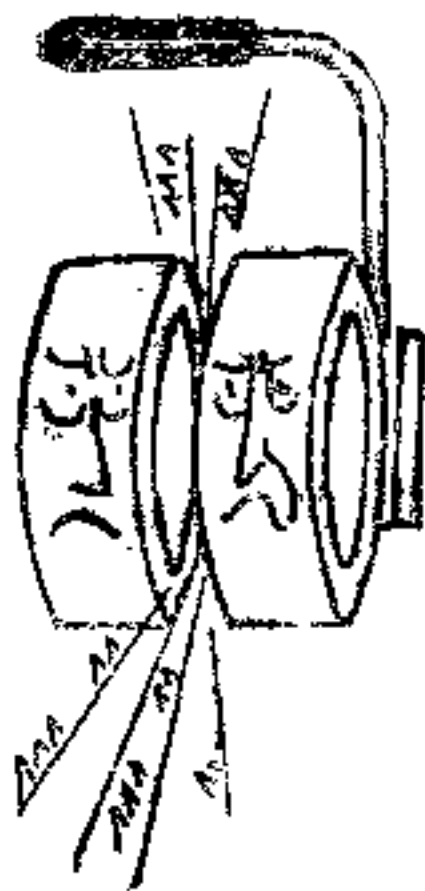
無線電家——再生式檢波機在尋找遠地電臺的時候，發生一點叫聲幾乎成爲不可避免的事情。

愛智兒——當時我曾要想出這叫聲的原因，你會對我說過，若是和調諧柵極電路的線圈交連着的再生圈的感應力够強的時候，就會發生叫聲，而且在那時，收音機就隨着開始振盪，即發出高頻率的電流。

無線電家——不錯，並且你在調節收音機的時候，自己注意來沒有，把再生圈放得離調諧電路線圈太近的話，它就會叫的。

愛智兒——當然，但是你的解釋像是什麼都沒有說明白，我們實在不能藉着聽筒聽到高頻率的電流呀。

無線電家——但是……



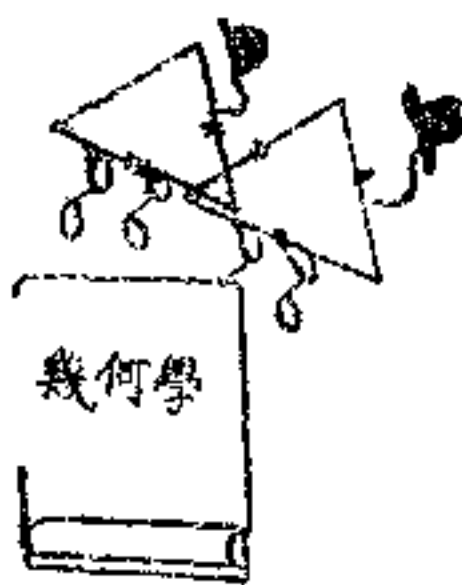
愛智兒——是的，我知道你要說什麼話。你是要使我想起來，那些能够聽得到的電流，是經過檢波了的。但是我馬上要告訴你，即便是它被檢過波，我們還是不能夠聽到什麼的，因為這些電流沒有經過調幅，於是因之而沒有低頻率的一部分。

無線電家——假若你不打斷我的話頭，我完全不是要說那些話。我是想告訴你關於一切週期動作之共同現象，就是「干涉作用」。當着兩個週期動作合併在一起的時候，合作所得的結果的頻率，等於兩者頻率的差數。

愛智兒——我的上帝！這同幾何學上的定理差不多了。

無線電家——用幾何學來解釋也可以的。你看（圖六十九）

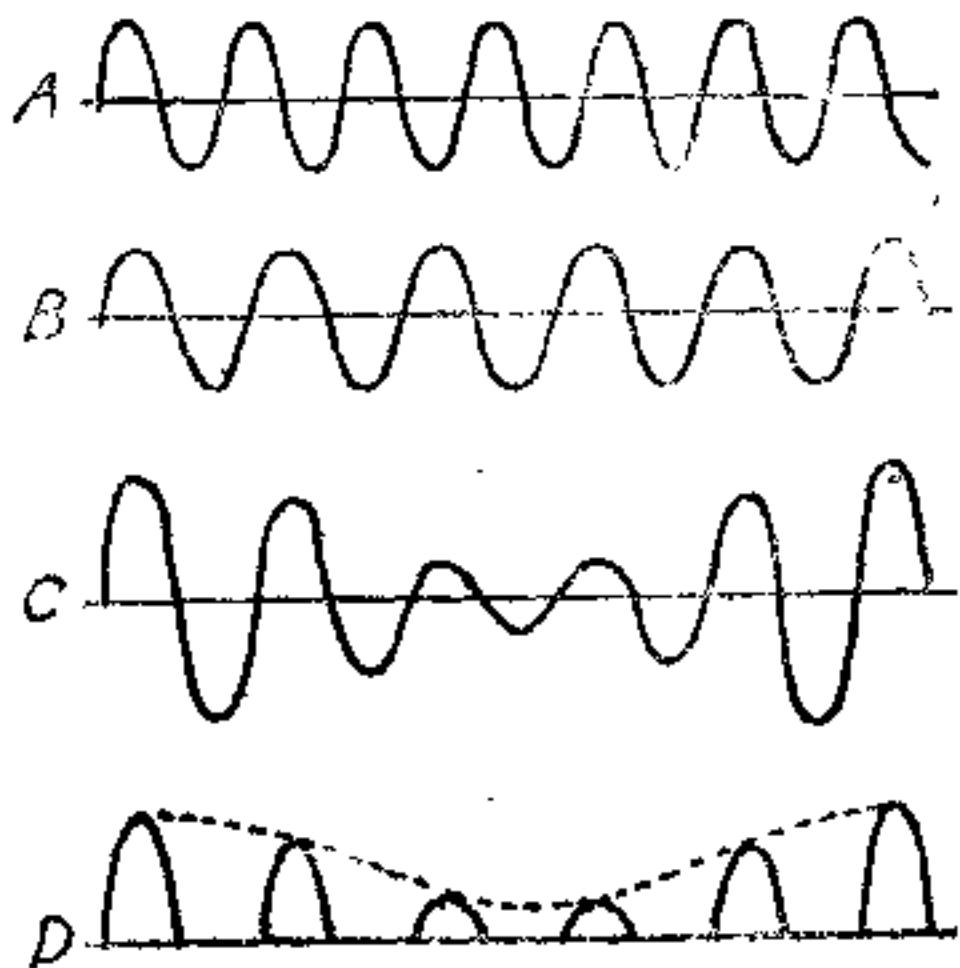
我們有下列不同頻率的兩組高頻率電流（A與B）。你看，開始它們的方向是相符合的，於是它們就結合在一塊了。但是往後，因為頻率間的差異，它們行動的方向越來越不相合，它們就越離越遠，於是力量就互相削弱。隨後它們的行動又相合了，於是這樣繼續下去。



愛智兒——那麼我們結果好像接受到一個有規律的漸強漸弱的電流了（C）。

無線電家——正對。而這種結果所得到的電流，它的搏動的頻率，相等於A電流與B電流兩者之差。愛智兒——現在假若把這個電流經過檢波，我們就得到了D電流。

無線電家——當然。現在你知道了在再生式檢波機中發生叫聲正是因為這個緣故，就是我們剛纔用圖解表示出來的。我們有外來的A電波，和外差振盪所得到的B電流。因了干涉作用而得到C電流，它經過檢波就生出D來。現在假若A的週率與B的頻率相近，它們的差異不大，於是



圖六十九——干涉之圖解。曲線A與B表示兩個週期不相等的週期交變動作；曲線C表示兩者混合後的動作。若是在交流電流中，則C電流經過檢波後所得的電流就像D所表示的一樣。

C（接着就是D）電流就會有可以聽到的樂音頻率。

【爲什麼必得有一點……以太中的豬】

愛智兒——現在我一切都明白了。那麼這種叫聲是由於所收到的電波，與收音機本身所發生的電流，兩者發生干涉作用而生出的。

無線電家——當然，而且這在「尋找」電臺的時候，非常的有用。當着你的收音機發生叫聲的時候，那就是表示你的調諧電路，同你所要接收的電臺的電波，已經調諧的幾乎相合了。我說「幾乎」……

愛智兒——……因爲假若它調諧的正相合的時候，頻率的差數等於零了，也就沒有叫聲發生了。



無線電家——很對。可是要注意，你調諧得離正確點越近，則所接收的電波的頻率，與外差所生的頻率中間的數目相差越小，所以嘯叫的聲音也就越發洪大。

愛智兒——那是自然。我已經注意到這件事了，而且我本能的以為那是我的收音機的調諧作用的關係。但是在以前我對於這個現象卻全然不能解釋。

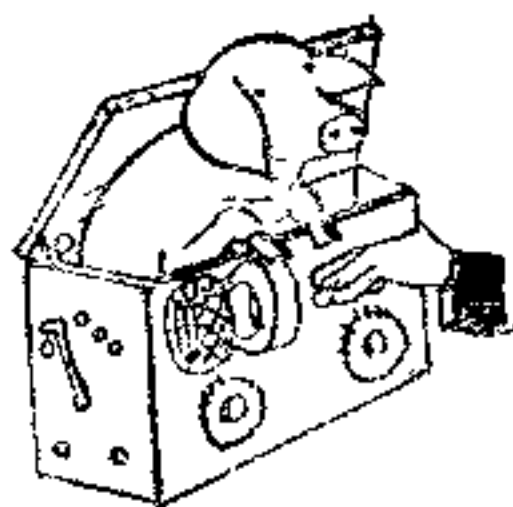
無線電家——那麼現在你是很清楚的知道怎樣去調諧你的機器了。

【無線電熱增高】

愛智兒——但是我的收音機完全不能使我滿意！

無線電家——……

愛智兒——一定的。它的力量太弱了，而且只能「找到」最近的電臺。



無線電家——那麼，你是要有放大機了！

愛智兒——啊！是的。

無線電家——但是，你看，有兩種放大：就是高頻率放大和低頻率放大。因為一個人可以使電流在檢波前或檢波後放大。

愛智兒——那麼我需要那一種呢？

無線電家——兩者都需要。高頻率放大的任務是供給檢波燈以充分強的電流，使得它可以被檢，因為檢波燈對於太微弱的電流簡直不生作用。

愛智兒——那麼高頻率放大的主要作用，就是在於加大收音機對於微弱電流的靈敏度的嗎？

無線電家——是的，假若你要接收遠地或是小力電臺的放送，你就需要高頻率放大。

愛智兒——那低頻率放大呢？

無線電家——它是用來加大那被檢過波的樂音電流，使它發出很強大的可以聽的聲音來。

愛智兒——那麼是兩種完全不同的放大了？

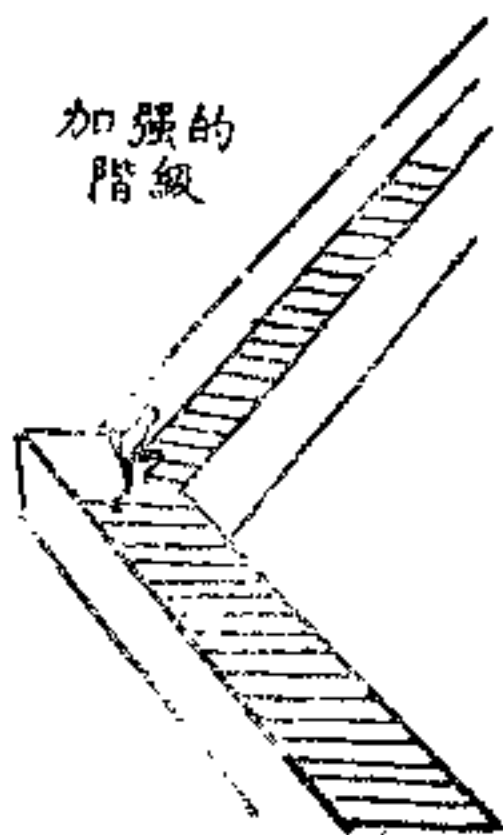
無線電家——事實上不是。它們的區別祇是由於它們在收音機上的地位（在檢波級之前或後，）和由於它們的單位的價值上面。但是在大體上它們的任務是相同的：柵極和燈絲之間的電壓有微小的變化，使燈絲和陽極間的電子流發生巨大的變化。這樣你看，所有的三極管，它們的本身已經是放大管了。各種型式的放大管的區別，祇在放大級和放大級間以及與檢波燈的交連的方法上面。

愛智兒——人們能把好幾個放大管一個一個的接起來嗎？

無線電家——是的，但是以後你會看到，它們的數目是被好幾方面的情形限制住的。

愛智兒——但是怎樣去安排這放大管呢？

無線電家——我們得要想一想這問題。在某一個燈的屏極電路中有電流，它的強度發生變化。而這種變化着



的強度，應當對於次一級燈中發生影響，使其柵極與燈絲的電壓發生變化。

愛智兒——那麼人們怎樣能够把變化着的強度變成變化的電壓呢？

無線電家——你想想電流的強度是什麼。

愛智兒——那是電子每秒鐘內經過電路中某處的數目。

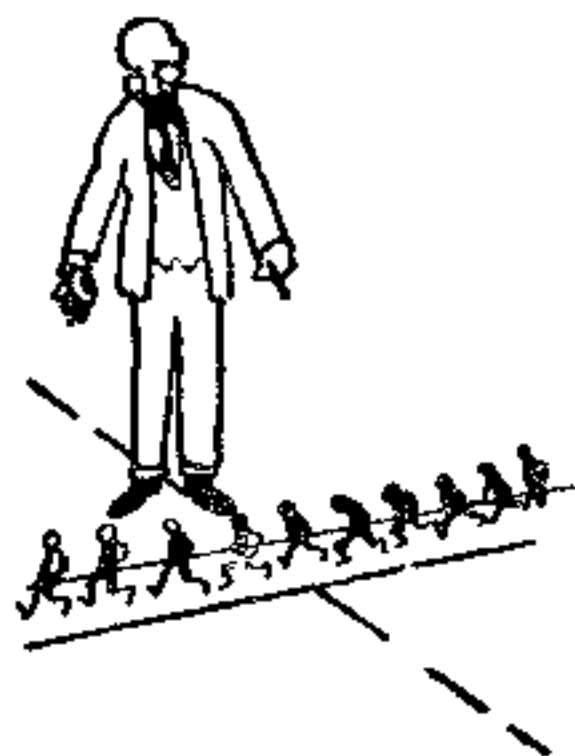
無線電家——電壓呢？

愛智兒——在電路兩點間的電壓或是勢差，是各點的原子中間的電子密度的差異。

無線電家——你的記憶力實在不錯。現在假定我們阻

礙電子流的自由流動，在它的路上，就是在電路中放了一個電阻，那麼說在電阻的兩端，每個原子中的電子的數目是相等的，你相信嗎？

愛智兒——我不相信。我今天在戲院裏至少看到這件事了。



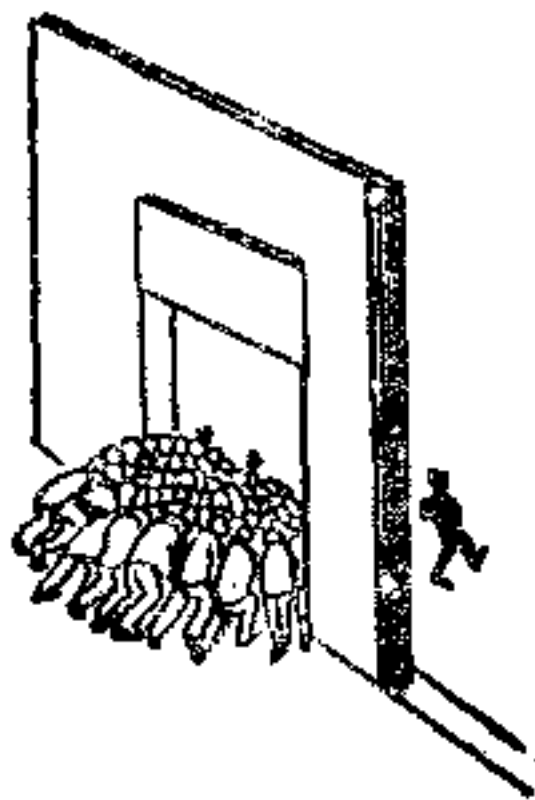
無線電家——在戲院裏？……

【不太聰明的打諢】

愛智兒——不錯，是在戲院裏。我很安靜的在聽着歌劇，當他忽然有一個不伶俐的丑角開始喊道：「着火了！」在戲臺經理還沒有來得及跑上戲臺去使觀眾平靜以前。所有的人都火速的向着那不十分大的出口跑去。他們在門口旁邊擁擠的那樣利害，以致於有幾個人暈倒了；但是在出口外面的會客室裏，人們已經可以自由呼吸了。

無線電家——但是，你是在那裏看到電子了呢？

愛智兒——親愛的叔叔，你怎麼這麼樣糊塗！難道你就不明白那些人就是些電子，而那個小的出口就是——電阻嗎。那麼這是很容易懂的，在電阻的兩端通着電流，就有勢差存在。在電流進



入的一端，電子聚集的很密，而在進到入口裏面以後，它們就可以安安靜靜的往前走了。

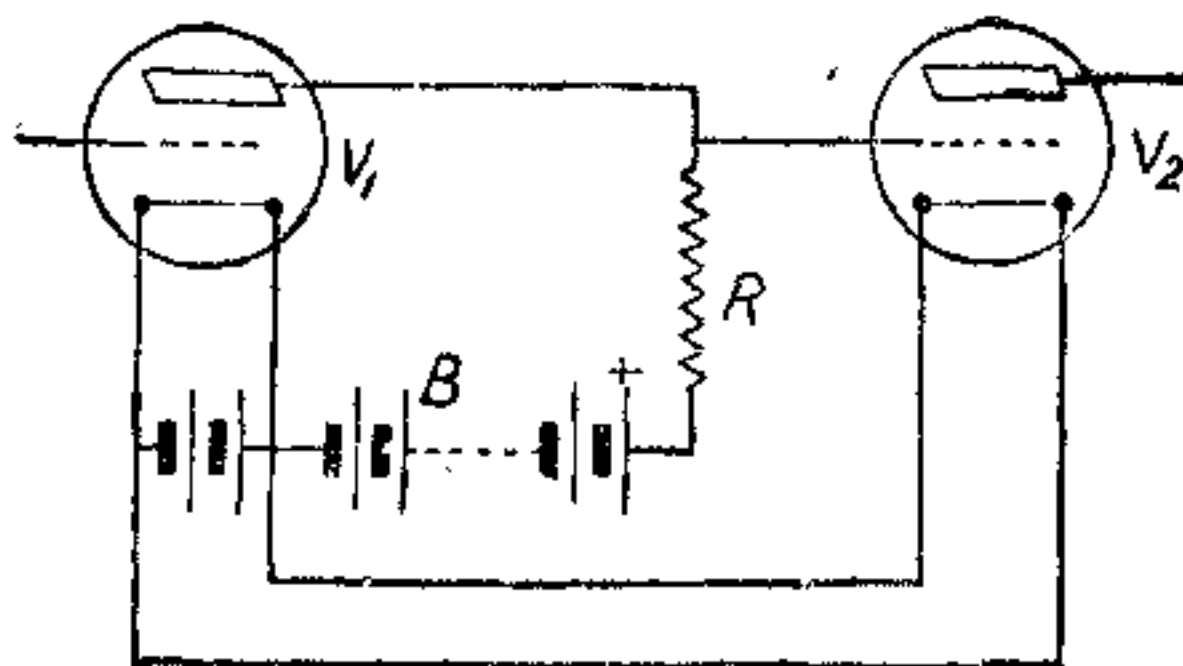
無線電家——很對，小朋友。你還得注意這個重要的事件：電流越強，勢差越大。

愛智兒——那很明顯！想走出戲院的人越多，在出口裏面和外面的擁擠的差別也越大。

無線電家——那麼你看，一個簡單的炭阻，能够把交變的強度變成交變的電壓。

【愛智兒發現阻力交連放大】

愛智兒——那麼現在很容易作放大級了。我們在燈 V_1 的陽極電路中放上一個電阻 R （圖七十）在這



圖七十——照愛智兒的看法作成的抵抗放大機。電阻 R 的一端接到 V_2 的柵極上，另一端則與它的燈絲相連（通過陽極電池 B 。它在原理上沒有什麼變更）。

個電阻的一端，我們使它與第二個燈 V_2 的柵極與燈絲相連，這樣一來，燈 V_1 的陽極電流強度的變化，在電阻 R 的兩端引起變動的電壓；而這變動的電壓要在第二個燈的柵極與燈絲間發生作用，在它裏面引起陽極電流更強大的變化。

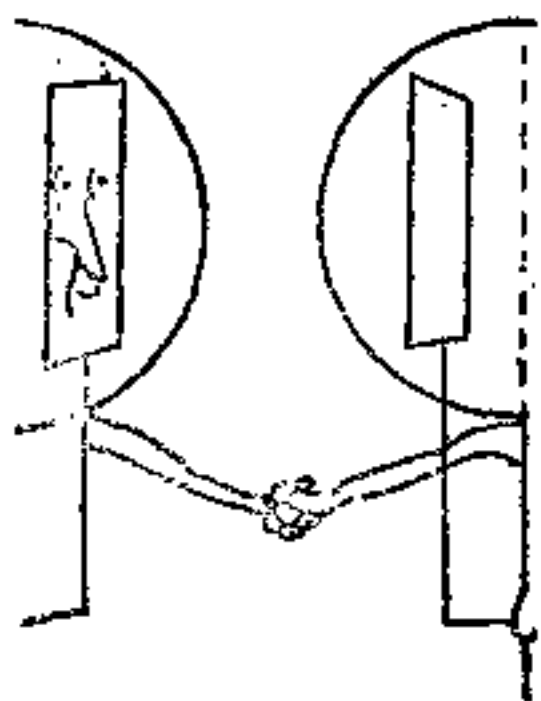
無線電家——你的理論好極了，但是在實行上是不可能。

愛智兒——為什麼？

無線電家——原因極簡單。你注意，照你的計劃是把第一個燈的陽極直接連到第二個燈的柵極上面。那麼那必需加到陽極上以使它發生充分電子流的高壓電，同時也要加到第二個燈的柵極上面了。

愛智兒——我在這上面沒有看到一點壞處……

無線電家——但是你馬上就要看到了。你祇要想一想：假若柵極有這麼高的電壓，它能夠像屏極拉過同樣多的電子來（而且柵極距燈絲又比屏極近得多。）那麼在電阻 R 上面的



很小的電壓的變化對於第二個燈的陽極電流幾乎完全不發生影響了。

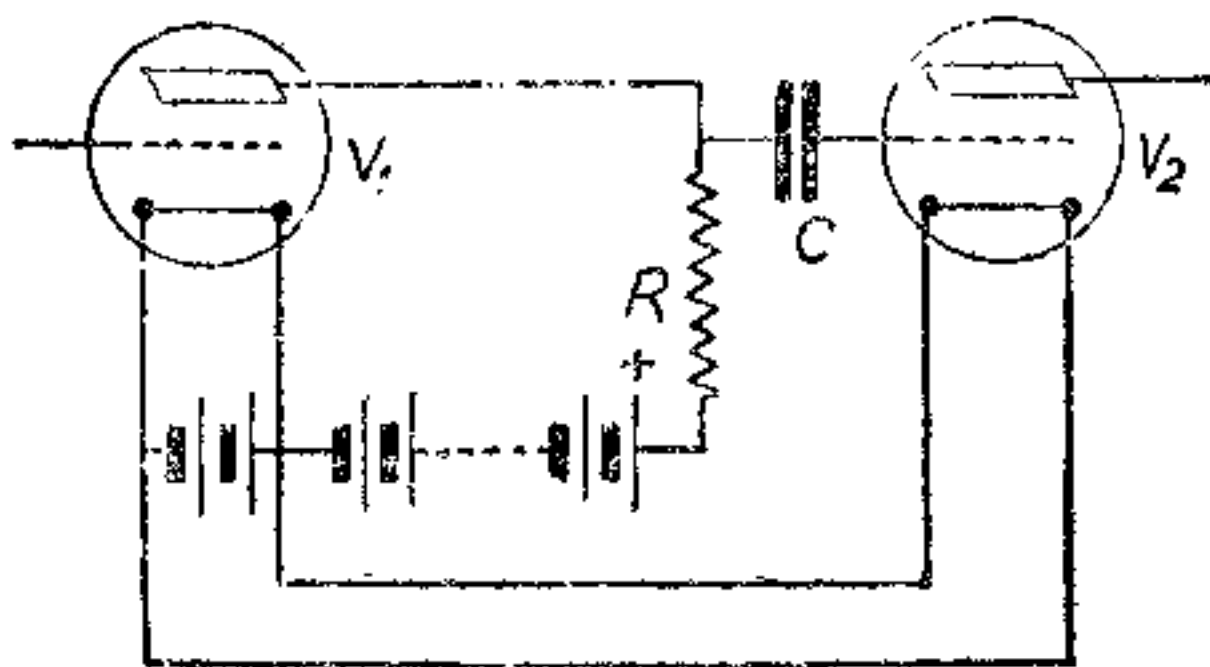
愛智兒——多麼叫人喪氣的一種特殊情形啊！那怎麼辦呢？

無線電家——我們看到了，若是一個燈的柵極的電壓對於燈絲是太高的時候，它的作用就不能良好。那麼我們就把這個燈的柵極和前一個燈的屏極用電容器分隔開（圖七十一）。

【長的插話】

愛智兒——啊，這我現在又碰到一個更不明白的一點了。你在電阻與柵極中間放上一個電容器。你是要

漫談十四 還是關於豬叫聲和無線電狂



圖七十一——更可取的抵抗放大機的線路。在電阻 R 上的電壓變化，藉了電容器 C 而傳到第二個燈的柵極上面。

把電壓的變化傳遞到柵極上面，但是它經過絕緣怎麼能作得到呢？

無線電家——通過容電器……但是我看到了，在這裏我需要加入一段長的插話來說明這件事。那麼你暫時先把阻力交連放大擱起一會吧。

愛智兒——那我很樂意……

無線電家——你告訴我，把電能從一點傳送到另一點都是用那三種方法，或者更正確一點，電子從一個原子移到另一個原子裏，怎麼纔能在別處引起同樣的現象？

愛智兒——你說有三個方法，但是我只知道一個：就是把兩點用通電的東西連起來，例如用金屬線。

無線電家——人們把那叫作電流交連。但是實際你還知道一個利用線圈的電磁交連；例如在一個線圈中通以電流，能在另一個完全不用金屬與它相連接的圈上面引起同樣的電流。

愛智兒——真的，我把這個方法忘記了。但是以我看來，在這兩種方法中間，好像是還有別的



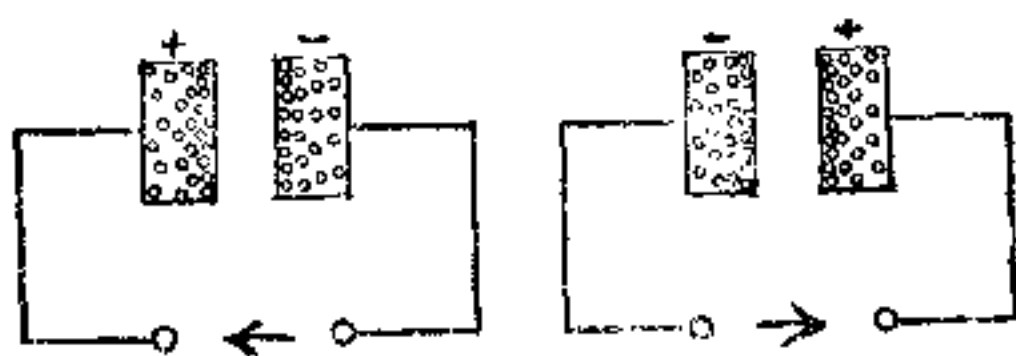
差異在電流交連裏是直流和交流都同樣的可以應用；而在電磁交連中，好像是祇有變化的電流（即交流）纔能够應用。

無線電家——你說對了。還有那第三個方法，電容交連，祇能應用在有變化的電流上面。

愛智兒——但是我完全不明白，電子怎樣跳過這容電器的片子中間的距離。

無線電家——它們完全不需要跳

過它去！祇要你不忘記了，質子是非常的喜歡電子，但是電子們自己卻互相推拒。那麼，假若在一箇容電器的片子上的電子數目有變化，那就是有或多或少的電子被另一個片子所排斥。舉個例，假若一個片子交替的忽正忽負，那另一個片子也單獨的變正變負。那麼你看，交替或是變化的電流，就好像是通過了容電

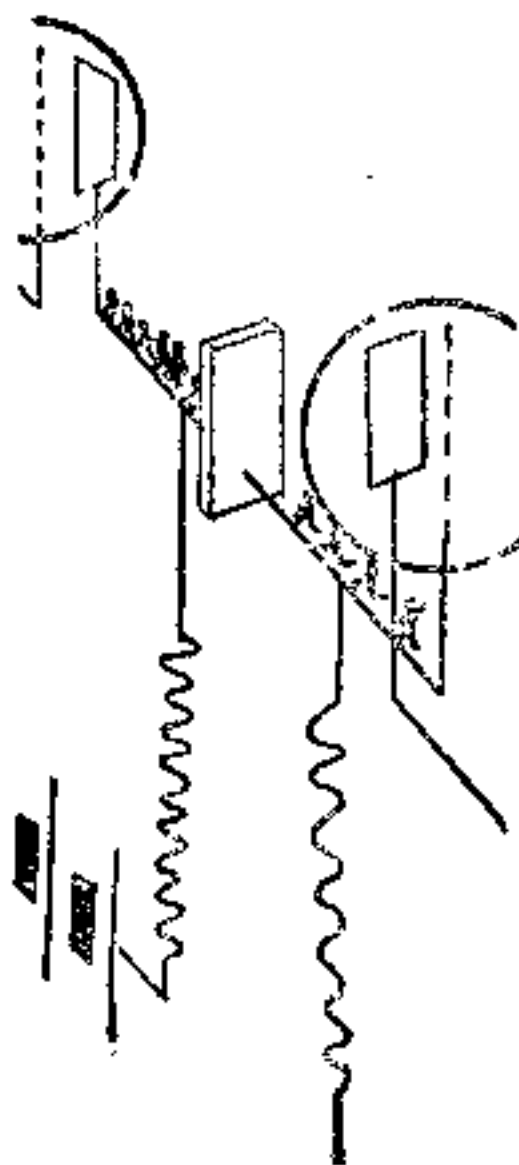


圖七十二——交流電流之通過容電器。箭頭是表示電流的方向。

器一般。

愛智兒——現在我明白了。

無線電家——我們須要注意，假若交流電的週期不長（就是它的頻率高），祇有少數的電子有時間來聚集在容電器的片子上；爲了放過高頻率的電流，容量不大的容電器是足夠了。但是在低頻率的電流中，週期相當的長，許多電子能夠有時間聚集到一塊，爲了安置它們，就得有一個容量够大的容電器。



【插話完畢】

愛智兒——我現在更願意把阻力交連放大記憶住了，因爲我現在好像明白它的作用了。

無線電家——當然，你已經是明白了，在容電器和陽極相連的那一組片子上的電子，聚集的或多或少，與柵極相連接的另一組片子上的電子，受到它們的推拒，也就忽多忽少。而柵極的負性也就忽強忽弱……

愛智兒——於是這種電壓的變化，很強的影響到第二個燈的陽極電流；於是那燈就可以放大了！到末了，這事情原來是很簡單的！

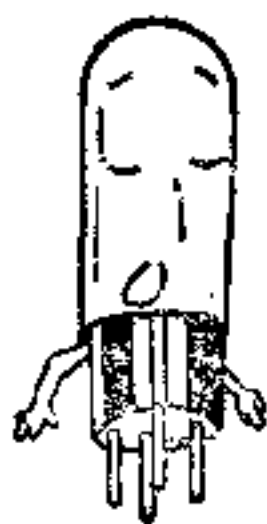
無線電家——且不要高興；我們還忘記了一件事。

愛智兒——你永遠是故意的……忘掉一點什麼？那麼現在你忘記的是什麼？

無線電家——假若是我們照七十一圖的線路作一個放大機，它工作祇有極短的一會，馬上就要停止工作了。

愛智兒——見鬼……請恕我冒失，那是爲什麼呢？

無線電家——因爲燈絲所放射出來的電子，有一部分射中柵極，假若它們沒有地方可去，它們就聚集在柵極上面，使它變成負性的，以至於它再也不放電子到陽極上面去。



愛智兒——那麼，那個燈就好像是麻木不仁了。

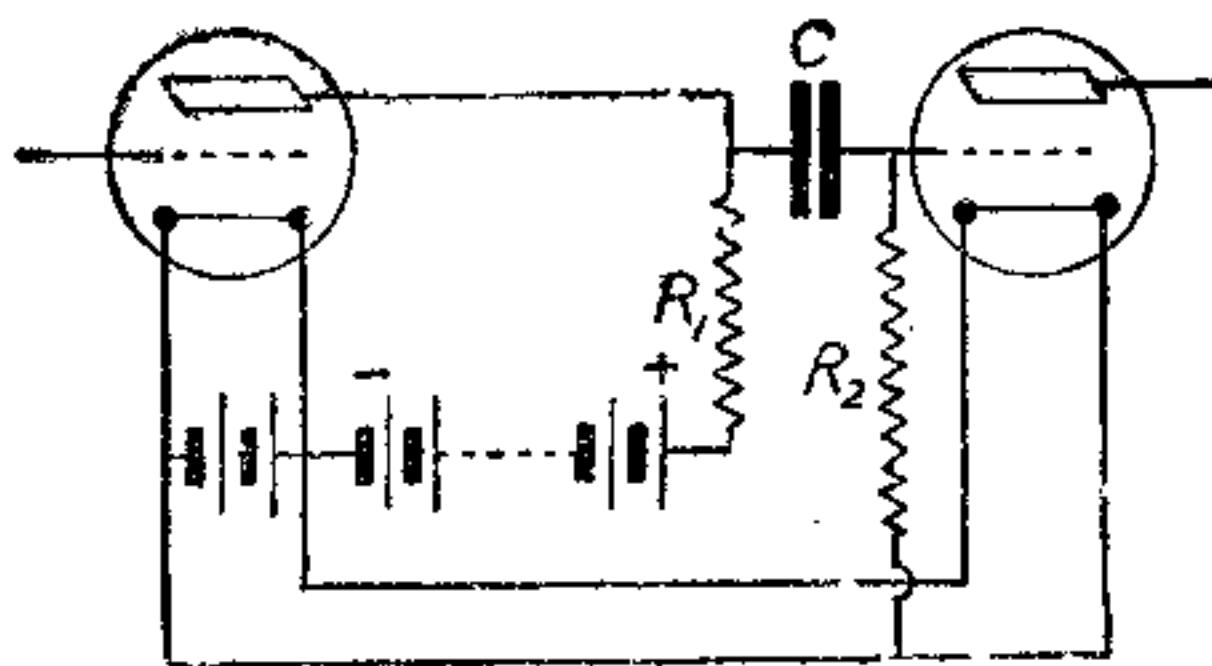
無線電家——不錯，人們也常這樣說。

愛智兒——但是怎樣去治療它呢？

無線電家——人們當然是得給電子開一條道路，好使得過多的電子能够離開柵極。爲了這事，最合理的辦法是在柵極與固定電位的某點之間放上一個電阻，例如在燈絲電池負極（圖七十三）。

愛智兒——這就是阻力放大的一定的線路嗎？……你或者還忘了點別的吧。

無線電家——我沒有什麼忘記的了。你現在所見的就是最正確的線路。人們可以一個銜接一個的連起許多放大級來；你可以把它放在檢波管前面作高頻率放大用，也可以



圖七十三——抵抗放大機的確定線路。

把它放在檢波管後面作低頻率放大用。在最後的一級中作低頻率放大用的時候，祇是需要用最更大的容電器而已。

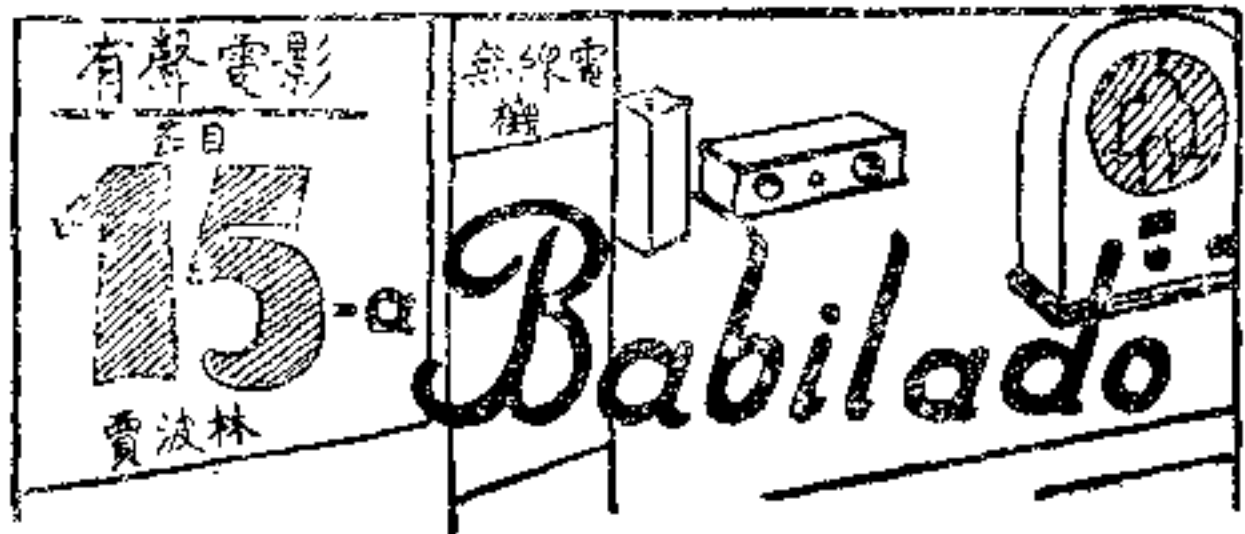
愛智兒——這是惟一的放大型式嗎？

無線電家——當然不是。實際還有變壓器交連放大，和幾種別的次要型式，都是從阻力放大或是變壓器放大裏變化出來的。

愛智兒——爲什麼人們不專用阻力放大，它們是那麼簡單！而且用變壓器放大的又是怎樣作的呢？

無線電家——多少問題啊！可是實在不早了。那麼等下一次吧。





漫談十五

關於電影棋子和拳鬪

讀者在前一章所讀過的阻力放大，經過詳細的解說之後，作者已經可以很容易的把同類的其它各種放大機講一下了。他在現在這一章的末尾，也能同樣容易的把變壓交連放大機的原理講明。這樣，用現在這番漫談，我們已經就可以把這本叔姪對話的讀物作一個結束了，因為實際上主要的收音機箱和收音機的主要原理已經都講到了。

然而爲了讀者能够對它們有更清楚的認識，作者還要使這個叔叔和他那個好學的姪子談一談好的收音機裏的缺點，以及最新式的對於它們的改良方法：中和與變波（超外差式）。所以，讀者若自第一篇漫談算起，一直耐心看到最後，把充滿奇事的無線電國土走過一遍以後，一定會說：「我把一切值得看的都看到了。」

【使人發笑的電影和可笑的……】

愛智兒——我今天在電影院裏大笑了一次。最使我發笑的一幕是，有一個胖子向着一個半掩着的門放槍，門受了子彈的推動，把一個可憐的少年人壓扁到牆上了。

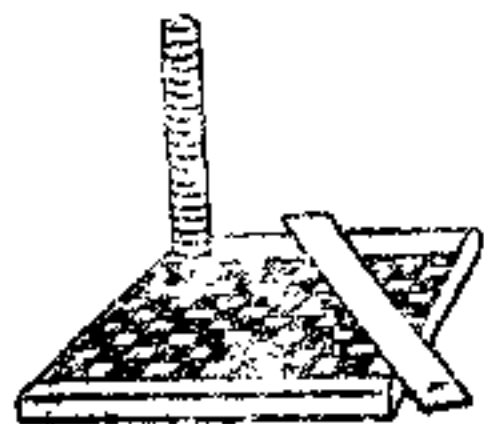
無線電家——那無疑地是非常可笑，雖然是不合理。

愛智兒——爲什麼不合理？難道飛行很快的子彈，不能夠推動一扇門嗎？

無線電家——正是因爲它的速度，它纔作不出那樣的事。那門實際很重，有很大的惰性，所以那很快的子彈沒有充分的時間來使它移動。那極像是它單要鑽到木頭裏去，祇使門振動了一下。

愛智兒——假若我有槍，我想把這事證實一下。

無線電家——你完全不必用槍來試驗你看（圖七十四）我在桌子



上放了幾個棋子，一個放在一個上面的疊着；現在我用一個扁尺很快的動作，我打擊最下面的那個棋子；它一下子就跳出去了。但是其餘的一切仍舊留在它們原來的地方。現在我比較遲慢一點把同樣的事再作一遍，你瞧，我們的美麗的高塔倒塌了……

愛智兒——真是有趣的事。

無線電家——不只是有趣，而且也很有用，因為我正打算對你

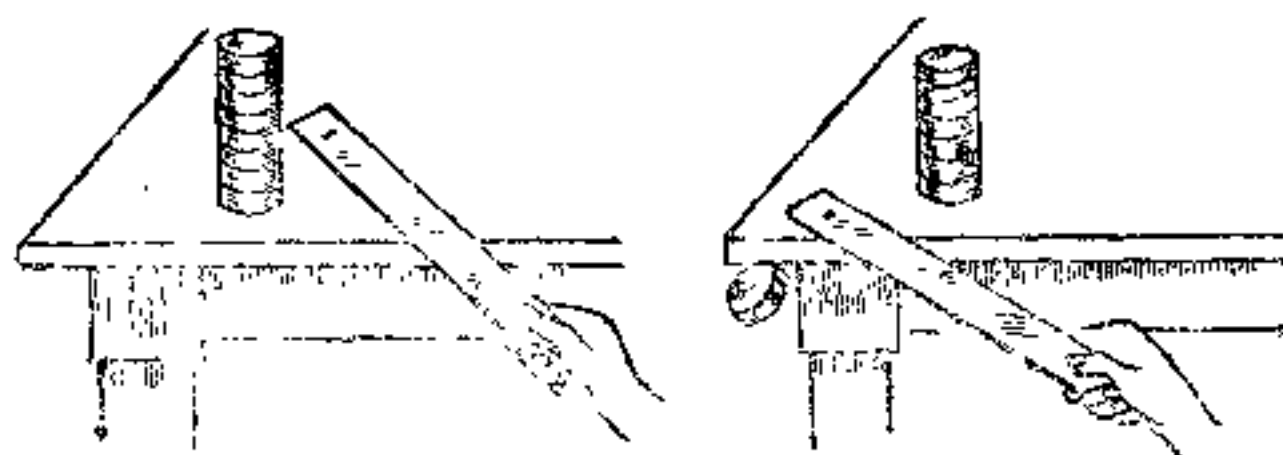
講阻抗放大 (impedance)。

愛智兒——哼——又一個新字，我雖則相信我自己的世界

語不錯，但是你永遠永遠是叫我聽一些新字。

無線電家——然而阻抗是一個很有用的字。這是把電流在電路中某部分遇到的所有的阻力的總和的名稱。

愛智兒——但是我知道祇有一種阻力存在，那就是線的阻力。



圖七十四——一定可以成功的一種試驗：用一扁尺子突然擊擊一疊棋子的最下面的一個，其餘的仍在原處。

就是它們對於電子從這個原子跳到另一個原子的或大或小的限度。

無線電家——你弄錯了，小朋友，那祇是專爲直流的。但是不要忘記了，像我上次對你說的，交流也能通過容電器，它們在容電器中的流通也是有時容易有時難的。

愛智兒——是的，我想起來了。你會對我說過，頻率越大的電流越容易通過容電器。另外，你指示給我，爲了要使得低頻率的電流容易通過，人們須得用容量更大的容電器。

無線電家——不錯，那麼你看，還有一種容量的阻力，或者如一般人所說叫作「電容。」但是還有第三種阻力，關於那我直到現在還沒有說過。

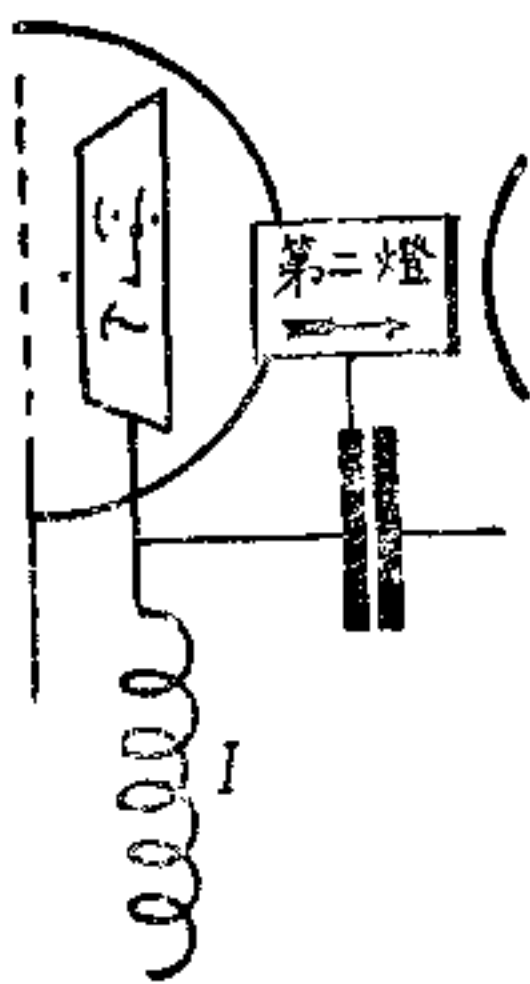
愛智兒——見鬼！我們在我們的生活中，和在無線電中，盡是碰到一些障礙！

無線電家——多麼悲觀的哲學啊！……第三種阻力是自感應的惰性。像很快的子彈不能推動很重的門一樣，高頻率的電流在一個有很強的自感應的線圈裏，也不能推動其中的電子。那麼高頻率的電流就不容易通過有自感應的線圈，因爲自感應是完全同情性的原理差不多，而且頻率越高，或是自感應越大，線圈的阻力或是像一般人所說它的自感係數也越大。

【另外幾種阻力的放大機】

愛智兒——這三種阻力的總和就是阻抗嗎？

無線電家——不是簡單的數學上的總和，而是它們一切合起來的結果。①那麼你看阻抗本來是最普通的一種阻力。那上次我們所說的純粹用電阻的放大機，祇是阻抗放大的一種。但是我們能够在它的屏極電路中，用別的阻抗來代替電阻，例如用感應圈 L （圖七十五）假若它的力量够強，不把陽極電流的交流的一部分放過去的話，在它的末端就會發生出交變電壓。藉了容電器 C 就會傳遞到次一個燈的柵極上面，像在阻力交連中所碰到的一樣。惟一的區別就是現在屏極電流能够更強，因為線圈的阻力，比起阻力交連放大裏面的陽極上所用的電阻的阻力來是小得多。



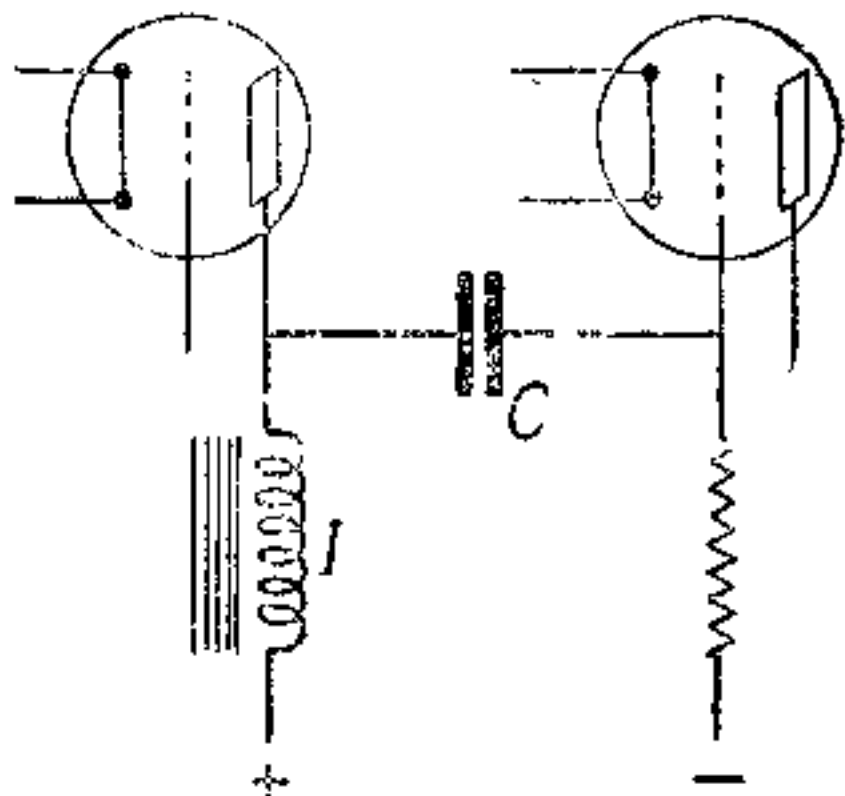
③我們再來使一般整與突滿足一次。假若人們以 R 代表阻力， L 代表自感。C代表“一個電路或某一段電路中的容量”。 i 代表通過它的電流的強度，並且我們假定 $\omega = 2\pi f$

它的感阻係數 $=L\omega$

它的電容量是 $=\frac{1}{C\omega}$

串聯的線圈與容電器，它的阻抗 $=\sqrt{R^2 + L\omega^2 - \frac{1}{C\omega^2}}$
並聯的線圈與容電器，

$$\text{它的阻抗} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} \times (L\omega)$$



圖七十五——感應交連的放大機。 L ，線圈；它因加了鐵心所以感量大增。

愛智兒——那麼，假若我所明白的正是你的意思的話，你斷言說在阻力放大機中與感應放大機中間的惟一區別，是由屏極電流的強度而定。但是以我的意見，還有另一個更重要的分別。

無線電家——當然，但是你能夠想出是什麼來嗎？

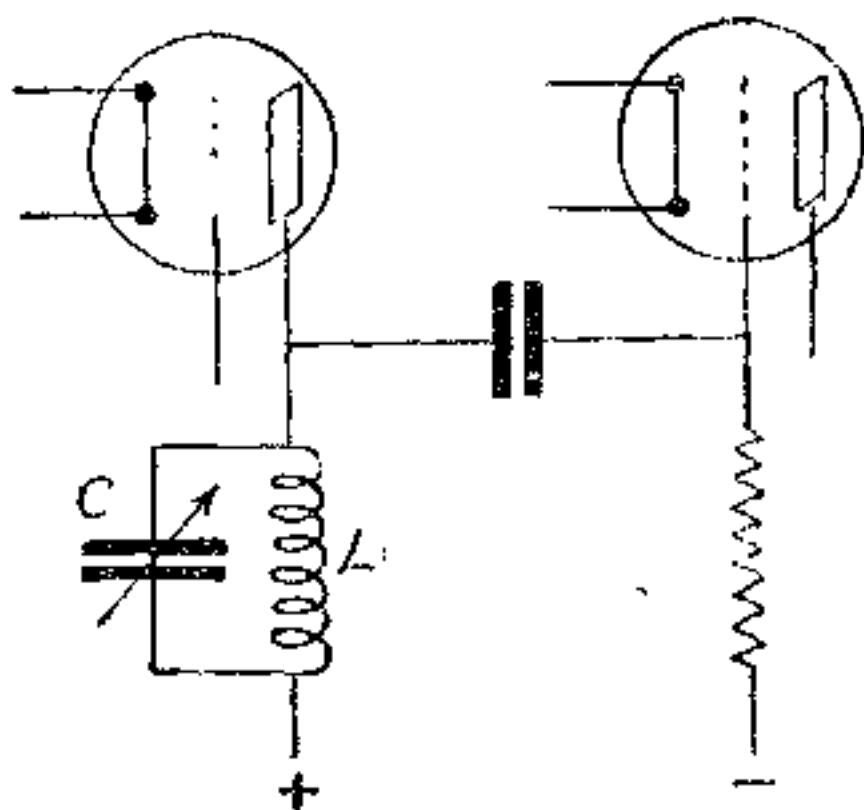
愛智兒——是的，我相信在阻力放大機中，高頻率與低頻率的分別，祇在於低頻率交連容電

器需要更大的容量。在感應放大機中，爲了低頻率放大還需要更大的自感應。

無線電家——好！你說對了，因爲剛纔我們說過，爲了要擋住低頻率的電流的路，就得要更大的自感應。而且因爲不能作一個太大的線圈，一般人往往在低頻率放大的線圈中間放了一個鐵心。那就可以加大了線圈的自感係數。有時在高頻率放大中，也常這樣作。

【愛智兒的理想不永遠是完美的】

愛智兒——現在我有一個理想，就是人們還可以作一個電容放大機；用一個容量極小的電器，來代替在抵抗放大機中的陽極電阻，有了它……



圖七十六——共振放大機。

無線電家——等一等，你祇是忘記了一件事：假若你在陽極電路中放上一個容電器，直流電就不能夠再由它通過，屏極對於燈絲就不能成爲正的，於是這燈也就不能再工作了。

愛智兒——真的，我完全把這事忘記了。那麼我們所知道的一切就是兩種阻抗放大了抵抗交連放大和感應交連放大了。

無線電家——然而還有第三種。

愛智兒——雖然我曾猜中了好幾次，可是現在我卻看不出他是什麼來了。

無線電家——你看，還可以作出一種性質很特別的阻抗。在振動電路中連結着的線圈和容電器，它們單獨都能很容易的通過交流電流；可是在某種規定的情形之下，就完全阻塞住它的道路了。

愛智兒——在怎樣一種特殊的情形之下呢？

無線電家——很簡單。假若調諧電路與電流的頻率相調諧。



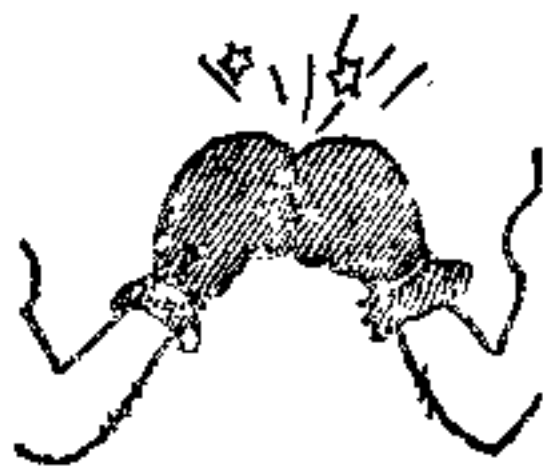
愛智兒——怎麼會有這樣奇怪的現象呢？

無線電家——我很抱歉，關於它的詳細解說，需要一點數學上的計算。但是你可以很容易的想像出這事的概來。那已經開始了電流，使得電路中的電子發生行動。並且因為它們動作的週期是同交流電的週期一樣，所以每次當着電流要進到這電路裏去的時候，電路中的電子所走的方向正與它相反，於是就把它擋住了。

愛智兒——這很像兩個鬪拳者，他們的動作都是一致的，都同時要去打他的對方。而他們的拳頭每次都是在半路上就碰頭了。於是誰也打不到誰的身上。

無線電家——你的例子說對了。

愛智兒——那麼現在我可以不費力的就把你的第三種阻抗放大機的線路給作出來了。我在陽極電路中放上一個振動電路LC（圖七十六。）當着我們依着所要放大的電流的頻率來調諧它的時候，它的阻抗就要最大，於是一切事情都要像在其它的阻抗放大機中一般會實現了。



②一般對於代數學的演算熟悉的人們，對於這個數學公式當然不會感覺到困難。爲了把事情化爲簡單，我們假定阻力 $R=0$ （這是假定，事實上是不可能的，但是可以這樣來設想）。

因此
$$\frac{\sqrt{L^2\omega^2}}{\sqrt{(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 + C\omega}} = \frac{L\omega}{(L\omega - \frac{1}{C\omega})C\omega}$$

阻抗就=無限大，於是 $L\omega - \frac{1}{C\omega}$ 就可以=0

或是
$$L(C\omega)^2 - 1 = 0$$

或是 $LC\omega^2 - 1 = 0$

$LC\omega^2 = 1$

$LC = \frac{1}{\omega^2}$

$\frac{1}{\omega} = \sqrt{LC}$

我們這裏這個公式完全是抄的湯姆生 (Thomson) 的。他指示給我們，假若一個阻抗很大的時候，那麼這個電路的固有週期，必得跟交流電流的週期相符合。而它的電容量和磁感量也必得是規定好了的。

不懂數學的人，可以略過這一段去。

無線電家——當然，而且你相信不，在低頻率放大中來應用這種方法是很有趣的？

愛智兒——當然是不可能。第一……因為你拿這問題來問我：你永遠是好故意的迷亂我：

……第二，依照低頻率來調諧，我們好像得用一個極大的線圈和變壓器。

無線電家——還有一個原因。不要忽略了這個放大機是叫作「共振」放大，祇有與它的振動電路相調諧的頻率它纔放大。所以我們假若用它來作低頻率放大的時候，它祇放大樂調的某一音節；就是在一個歌曲中，它祇叫我們聽見大鋼琴的一聲，那當然是不能滿足我們美感上的要求的……

愛智兒——當然，那是共振放大機的很可惜的一點。

無線電家——正相反，這是它最好的特性。自然，這個放大機應用在低頻率上是很壞。（但是爲了低頻率的放大，已經有了別的很好的方法了。）可是反過來，共振式的高頻率放大機，能够作出選擇性非常好的收音機來。我再說一下，就是它們祇放大一種頻率（或是非常狹小的一帶頻率。）於是一切其他干擾的電波就不會被放大了。因爲放大機是依照我們所要接收的電波而調

諧的。其振放大機在現在是應用得很廣了。由於廣播電臺數目的衆多，波長相近的電波時常會互相干擾，非得用選擇性很好的機器不可。

【虛幻的希望】

愛智兒——我希望我現在對於所有的各種放大機都知道了。

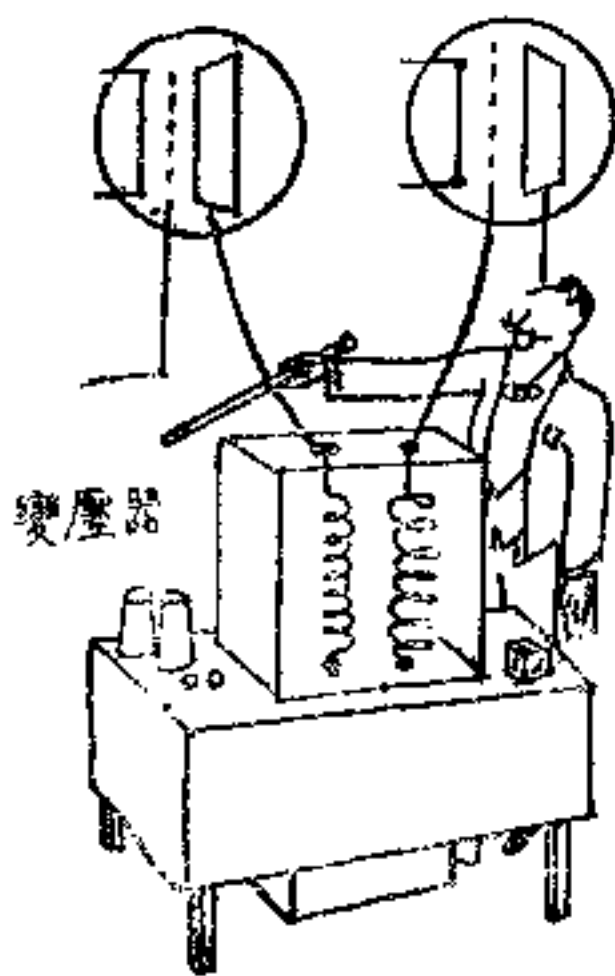
無線電家——完全不。你祇是知道了阻抗放大這一類的收音機。但是我們還沒有說到過用變壓器的。

愛智兒——那麼那又是一套新的把戲了？

無線電家——並不是像你所想像的那麼新。

因為這種變壓器放大機的主要因素，是你已經知道了的。

愛智兒——它是什麼？

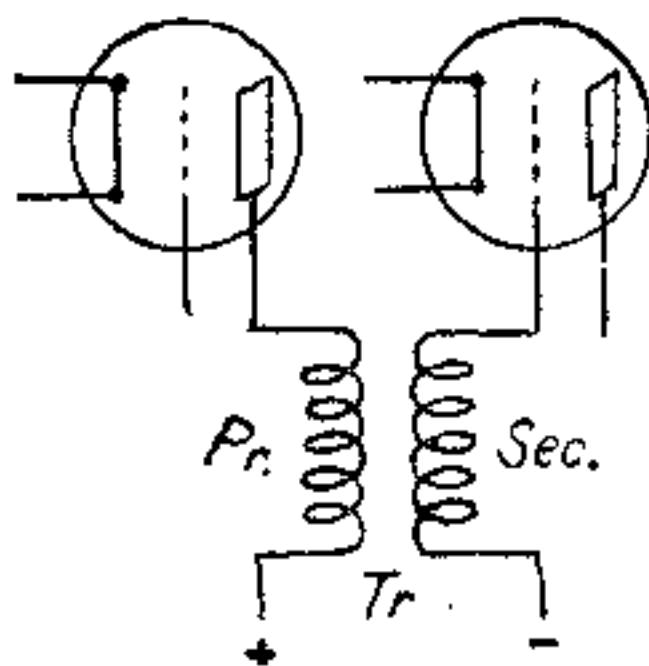


無線電家——人們把兩個交連在一起互相發生感應作用的線圈，叫作變壓器。你已經知道，假若這兩個線圈之中，有一個線圈有交流電流通過，因為感應作用的緣故，在另一個線圈上就發生同樣狀態的電流。

愛智兒——那我記得當然很熟了。

無線電家——那麼，那是很簡單的一種理想。把變壓器的一個線圈放在陽極電路中，另一個放在次一級燈的柵極電路裏（圖七十七）。這樣一來，在陽極線圈（我們稱之為原線圈）上的一切變化，使得柵極線圈（副圈）上發生電子的流動，於是柵極的電壓有變化，而第二個燈就工作起來，而成功了放大機。

愛智兒——這是交連各燈的極簡單的一個方法。同樣的變壓器對於高頻率或低頻率的放大，都能同樣的適用嗎？



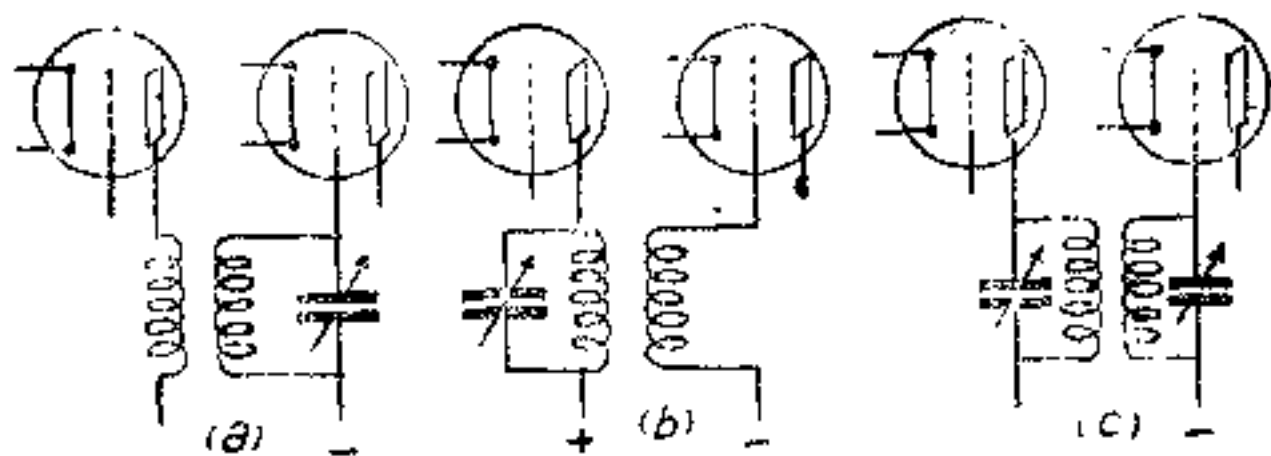
圖七十七——變壓放大機的原理。



無線電家——你已經猜到了，那是不可能的。通常低頻率變壓器的原線圈（或譯爲初級圈）和副圈（或譯爲次級圈）都是圈數很多的線圈，有一個共同的鐵心。我祇要使你回想起一件事來就夠了，就是「鐵心能够加大線圈的感應係數。」爲了高頻率的放大，人們有時用有極薄的鐵心的變壓器；但是它們工作起來是够壞的。以後你就會知道，正是因爲它們工作的這種缺點人們纔用它。

愛智兒——怪透了！

無線電家——不要驚奇。此外人們爲了高頻率放大而常應用的，有一種調諧副圈的變壓器（圖七十八）或是有調諧的原線圈。或者這是原線圈和副圈都調諧了的。那種調諧了的變壓器工作起來更好一點。你若把說過的關於共振的一切回想一下，你會很容易的明白那是怎麼一回事。它們使得收音機的選擇性非常之好。

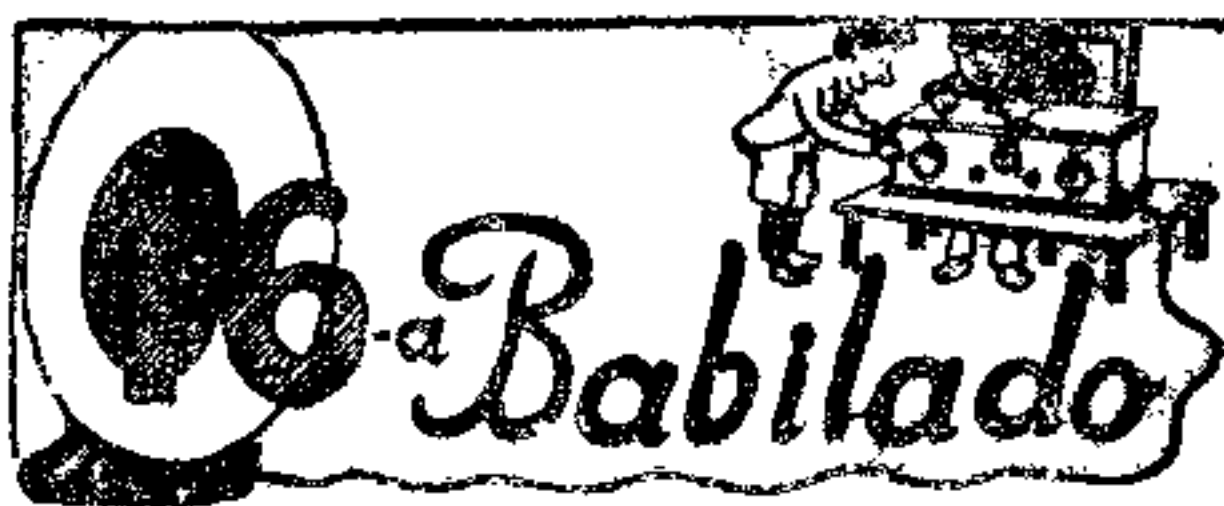


圖七十八——高頻率變壓放大機。(a)次級已調諧的；(b)初級已調諧的；(c)初級次級都已調諧的。

愛智兒——但是什麼樣的放大是最好的呢？

無線電家——愛智兒，我們今天說得太多了。你把一切都消化消化不是更好嗎？





漫談十六

太多的「差式」

讀者耐心的把前面的許多漫談研究過了以後，讀到這裏對於愛留兒的好學並且還帶點好開玩笑的脾氣，和他那個循循善誘的好心叔叔無線電家的性格，都已經很熟悉了。大概在讀完下面這個漫談讀到那個「終」字的時候，不能不感覺到一點惆悵吧。但是在末尾這一段的談話裏，卻講到了最新式的收音方法，作者是用它來把這許多豐富而有趣的漫談來作一個結束的。

讀者自然會判斷，在這十六篇短短的漫談裏，他把在無線電學裏的所有的主要問題全都很成功的解釋得很明白了。讀者若是能够澈底了解這些問題的話，那麼不但無線電是很明白了，並且關於電學的準備知識也全都會了。

【美的計劃和醜的現實】

愛智兒——一個燈的放大機能有多麼大的能力？

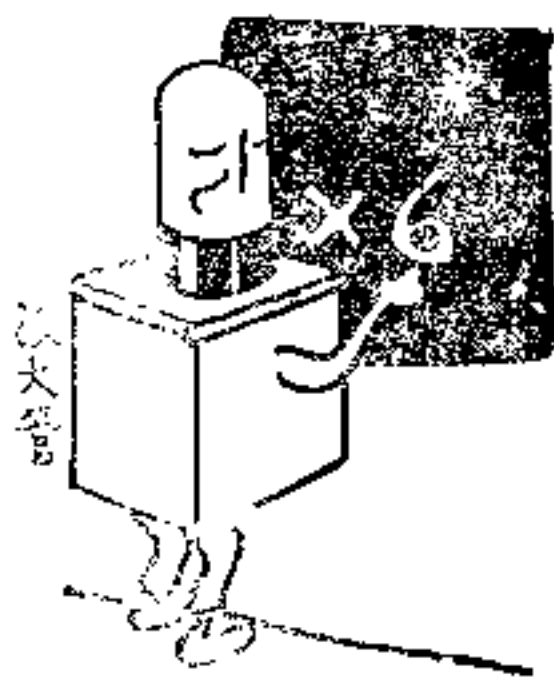
無線電家——它在抵抗放大機裏大約可以放大五六倍，而在共振放大機和變壓放大機裏普通還要比較大一些。

愛智兒——那麼我們若把放大級相接連的越多，那收音機也就越響亮有力了。假若第一級放大譬如說可以放大六倍，電流經過第二級以後就會被放大了三十六倍了。經過第三級以後就會有二百一十六倍，經過第四級就有一二九六倍，這樣類推下去，祇要有充足的放大級，人們就可以無限的放大了？

無線電家——你的計算很好，在數值上很正確；不過，它們在實行上沒有多大的價值。

愛智兒——叔叔，你是要拿我來開玩笑吧。那是為什麼呢？

無線電家——因為你忽略了一個嚴重的因素：在真空管裏



的屏極和柵極中間的電容量。

愛智兒——這些電容量作些什麼呢？

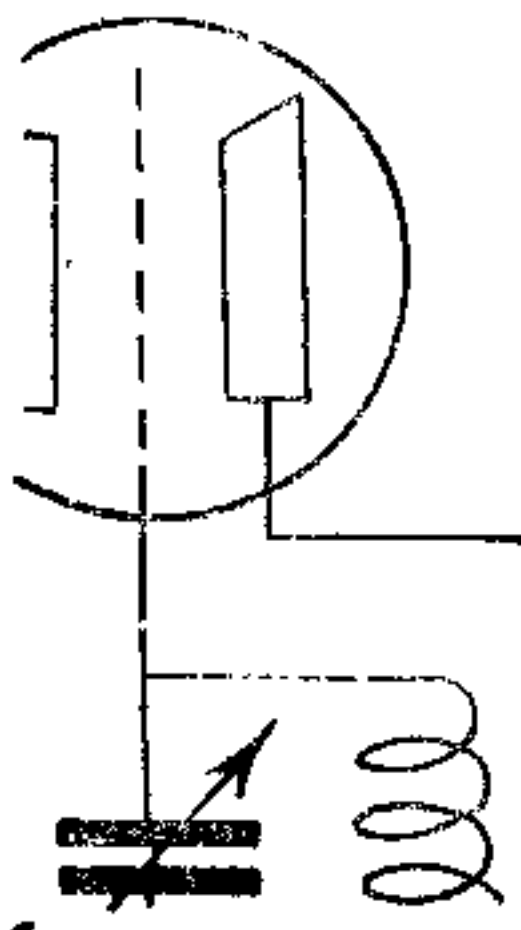
無線電家——這些電容量雖然是極其微小，但是它卻能使放大作用不能夠完美。這種情形在接收短波的時候特別的顯著。

愛智兒——它在什麼情形裏會發生呢？

無線電家——在抵抗放大機裏……注意，我現

在所說的祇是高頻率放大，因為在低頻率放大裏這電容量並不關緊要……那麼，在抵抗放大機裏，燈的柵極和陽極之間有電容量存在，就好像是給陽極電阻作了一個分路容電器（圖七十九。）你知道，容量或是電容對於短波或者更正確一點說對於極高頻率電流的阻力並不大，所以……

愛智兒——……那極高頻率的電流，不去通過陽極電阻在它上面產生有用的勢差，就會直接跳過這些容量了。

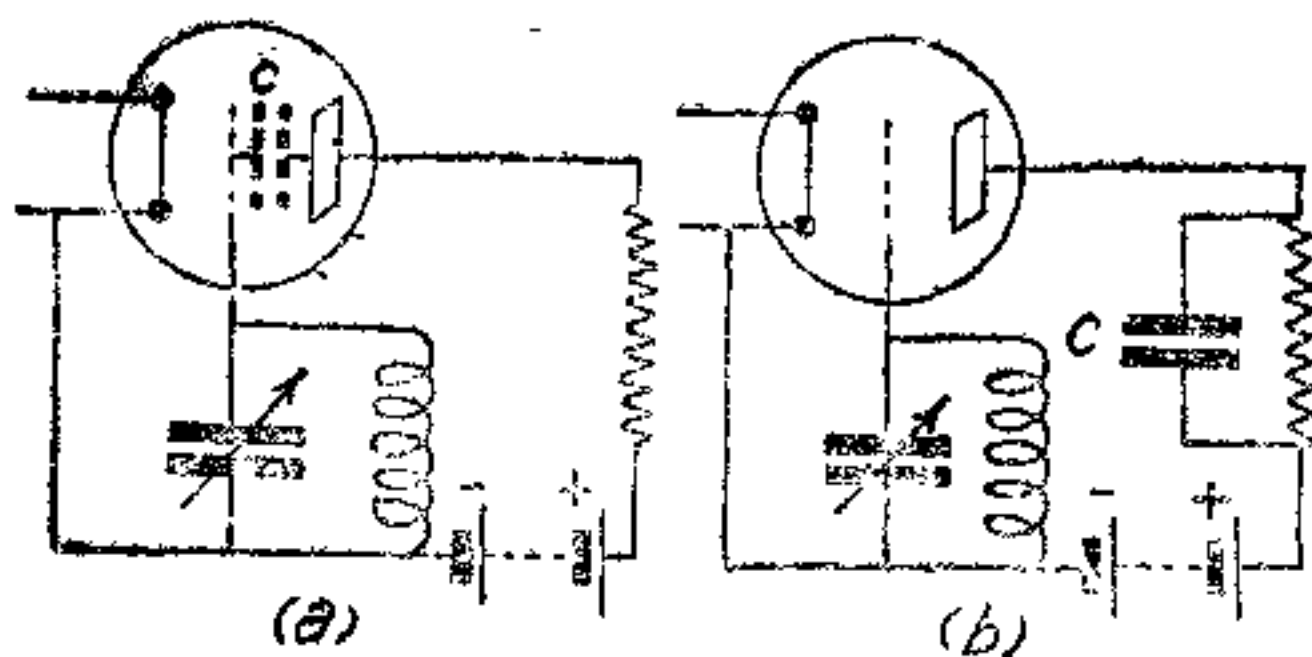


無線電家——很對，而且因為這個緣故，電波較短於九〇〇米的時候，人們用抵抗放大機就不能很好的放大了。

愛智兒——為什麼人們不專用更長一點的波呢？抵抗放大是那樣的簡單而且容易！

無線電家——第一，它雖然簡單，可是並不好，因為它們完全不能增加收音機的選擇性。第二，現在一般人都喜歡用短波，因為事實證明了正是短波纔能傳送得更好，能夠達到更遠的距離。

愛智兒——那麼我看抵抗放大機是真不適宜於高頻率放大了。可是別的種類的放大機呢？
無線電家——它們有許多別的毛病！



圖七十九——陽極和柵極間的電容量，在(a)圖上是借虛線來表示，一頭接着陽極電阻的上端，另一頭(通過柵極電路和陽極電池，陽極電池的阻力不必注意)。到陽極電阻的另一端，於是就像(b)圖所示一樣。

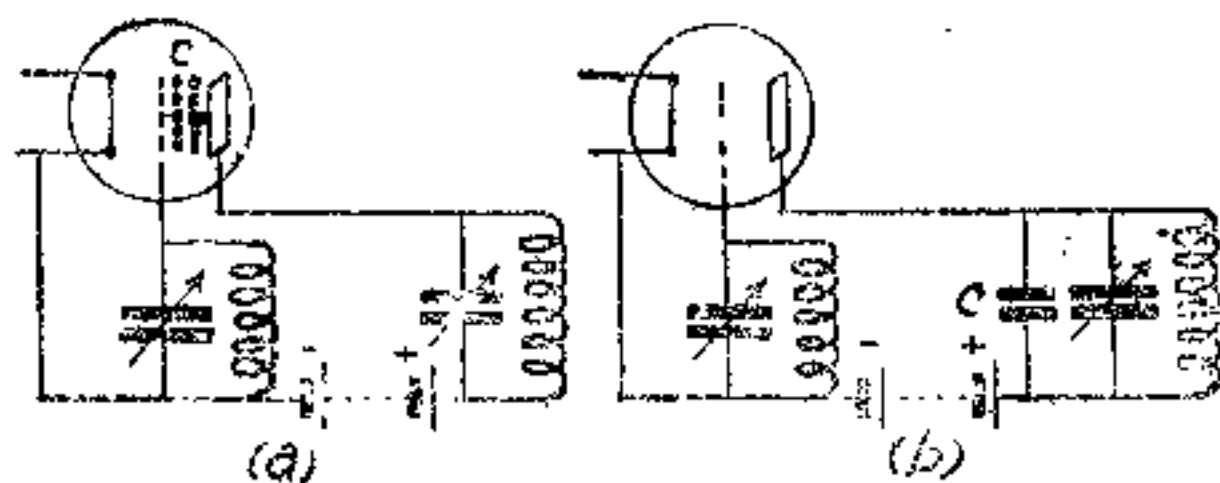
愛智兒——什麼別的毛病？以我看來，好像那討厭的電容量永遠是替陽極阻抗加了一個分路容電器。

無線電家——你說的不對。你祇要想一想那共振放大機；在它的裏面的屏柵容量不過單是加到調諧陽極共振電路的容電器的上面（圖八十）。

愛智兒——真的，我還沒有想到那一層！那麼，在共振放大機裏，人們就沒有這些不隨心的事了吧？

無線電家——是的，但是在它的裏面還存在有別種不合適的事。容量的本身實在就連系着兩個調諧的振動電路：就是柵極和陽極電路。你知道，在這種情形下……

愛智兒——……真空管就發生振動了。於是這種自生的振動就妨害到收音了，多麼可惜的事！



圖八十——在共振放大機裏，屏柵容量不過祇是加到陽極電路的容量上面去。

無線電家——注意，譬如在放大級的第一級裏，那被放大的電流不十分強的時候，真空管大概還不至於發生振動。但是要使高頻率放大機有兩級放大工作已經是很不容易了。

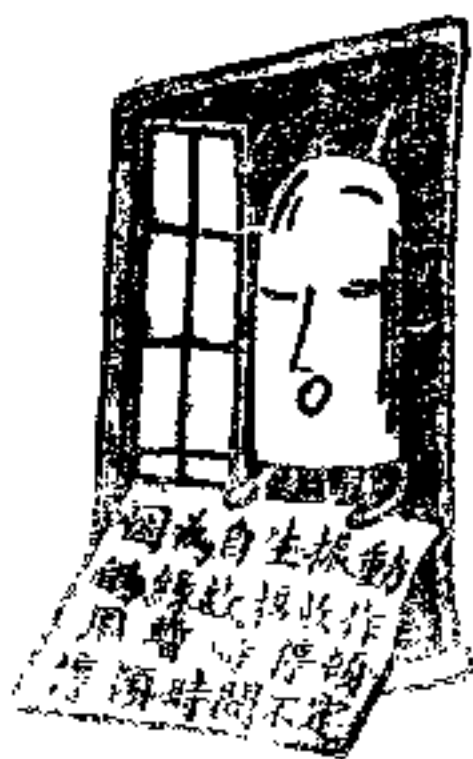
愛智兒——那麼這點小「容量」使得好的放大成爲不可能了？

無線電家——非常有害的不單是它，在柵極電路和陽極電路之間還存在着許多別的交通：線圈的交通，接線柱之間的容量等等。這一切都是很可惜的，雖然共振放大是最好的一種。

【兩種手法】

愛智兒——對這種不隨心的情形有什麼補救的辦法沒有？

無線電家——正是在最近的幾年以來，技術家在高頻率放大的問題上費了很多的心思；因



爲低頻率放大在現在已經是沒有什麼困難了。於是人們找到了好些手法，其中有兩種是很有趣的。

愛智兒——它們是怎樣作成的呢？

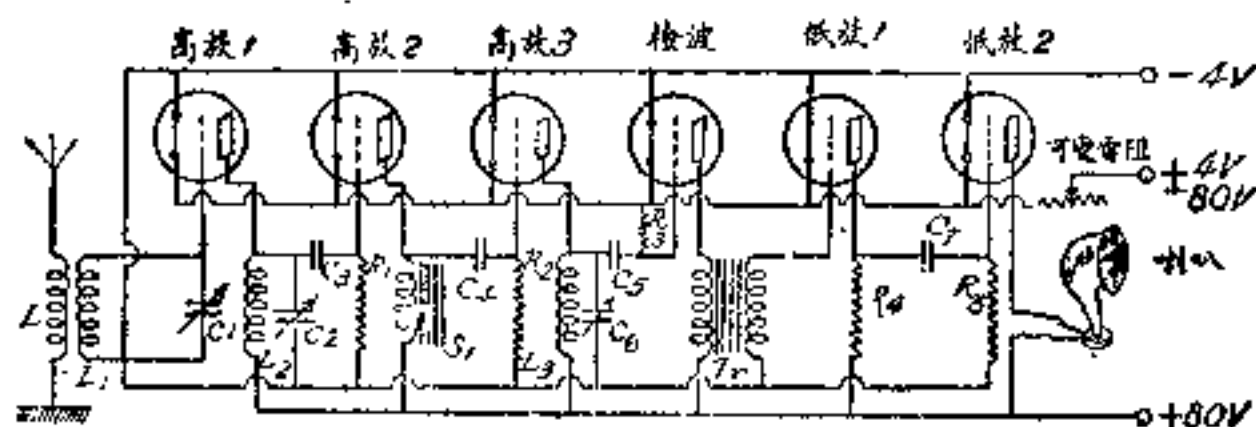
無線電家——有一個英國有名的技術家司各

特·泰加兒 (Scott Taggart)，有一個很妙的想頭，

他想除掉自生振動的發生，就在兩級共振放大的中間放上一個感應（或是叫作低頻率扼制）級（圖八十一）。所加的這一級好像是把自生的振動扼制住了；可惜它就不能好好的放大了，因此有一個燈就完全等於沒有用。

愛智兒——那非常可惜。可是那第二個方法呢？

無線電家——另一個方法就比第一個方法更



圖八十一——司各特·泰加兒所設計的收音機線路圖。第一個燈是藉着一個調諧好了的電路和第二個燈相交連，第二個燈和第三個燈的交連——是藉着一個帶鐵心的固定感應圈，第三個燈和第四個燈的交連又是藉着調諧好了的電路。第四個燈是檢波級（人們可以看到，電阻 R_3 並不作檢波容電器 C_5 的分路用，而是直接連到燈絲的正極上）。第五個燈是用變壓器交連的低放級，第六個燈是用電阻交連的第二級低放。

巧妙了。你已經知道，正是因為頻率太高的電流，屏極與柵極間的容量纔有妨害，於是人們就可以在放大以前先把電流的頻率改變了，使它變小，於是那樣就可以使它更有放大的可能了。

愛智兒——？？！……那麼一般人是怎樣去改變電流的頻率呢？

無線電家——你會希望過要你的記憶力更好一點；難道你就不記得我們在更詳細的分析再生式收音機的作用的時候，我們已經談到一件非常有趣的叫作干涉現象的事？

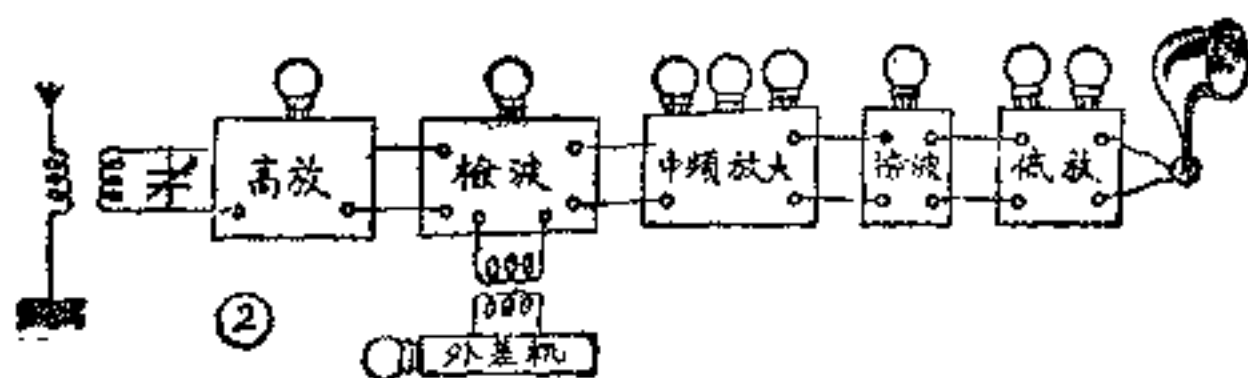
愛智兒——不錯，親愛的叔叔，你說對了。現在我想起來了，在我們結合兩種頻率不同的電流的時候，結果所得到的電流的頻率，等於這兩種結合電流的頻率的差數。

無線電家——好極了！那麼人們正是這樣作。用本地外差機（或譯為本地振盪器）（圖八十二）人們就可以使它發生振動。這種振動的頻率，和天線上所接收到的電波的頻率的差數，要



永遠等於一個常數，譬如說是三萬。那麼，假若一個電臺的頻率是一百五十萬（波長二百米），我們把外差機的頻率調諧到一百四十七萬週或是一百五十三萬。在這兩種情形之下，那經過下涉之後所得到的電流的頻率都會是三萬。這種中間頻率已經是很容易放大的了。我們可以爲它作三級或竟是四級中間頻率放大級；它的共振電路就可以照着這種中間頻率一次好好的調諧好了，永遠不必再調諧。電流經過中間頻率放大級極度放大之後，經過檢波所得到的低頻率的電流還可以被放大。還有那高頻率的電流在變波之前也可以先被放大（圖八十二）。

愛智兒——那真是一個總明到極點的辦法！這種改變頻率的收音機效力一定是很好了。



圖八十二——超外差式收音機的基本原理。天線上的外來電波，借次級圈的感應作用而入高放級，經高放級將其放大後經第一次檢波級檢波並與外差機所生之頻率混合而生中間頻率，再經數級之中頻放大而入第二次檢波級，然後再經低放級入揚聲器而成聲音。

無線電家——在現在它當然是最完美的一種收音機了。可惜的是它的工作不很穩定，它們又可以依改變頻率的方法而分作許多種型形：如超外差式（Superheterodyne）（有特別的外差燈，）混差式（Tropadyne）（在這種型式的收音機裏，一個燈兼作高頻率放大和自生振動之用，）極差式（Ultradyne）（在這種型式的收音機裏，第一個燈的陽極從另外一個燈接收交流的高頻電壓，）射頻調波式（Radiomodulator）（用一個雙柵燈改變頻率，）最後是斷續差式（Stroboddyne）（一個法國工程師的新裝置法，與混差式極相似。）

愛智兒——我的天哪！你塞給我這麼一大堆的什麼「差式」吃，完全把我漲壞了。

【又一個「差式」】

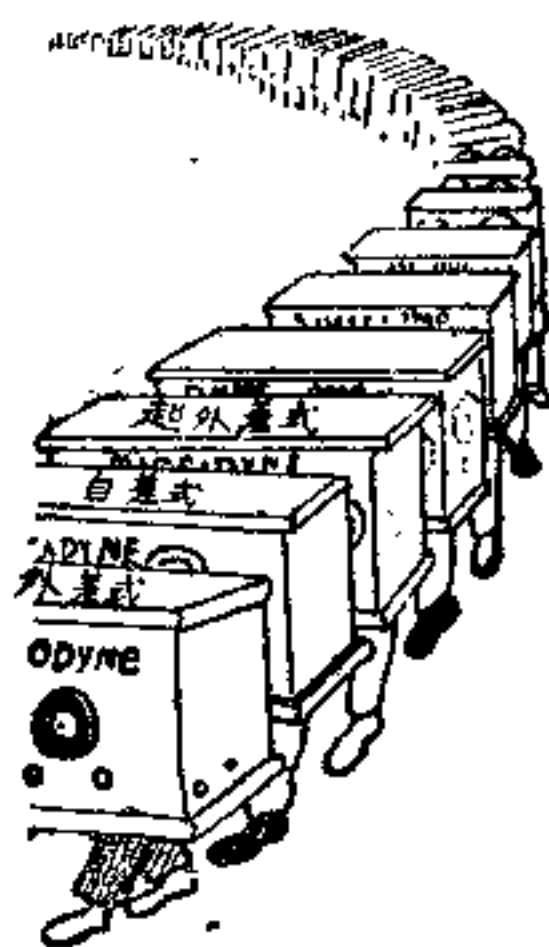
無線電家——假若我再喂給你一個「差式，」叫作中和差式（Neutrodyne）的，希望你還不至於漲破肚皮。

愛智兒——還有什麼改變頻率的東西沒有？

無線電家——沒有了。現在我們不會再遇到什麼爲了避免屏柵容量的壞影響而作的手法了。在中和差式裏，屏柵中間的容量是被另一個容量所中和，它的反面效應與屏柵的容量相抵而把它消滅了。

愛智兒——我相信我還沒有明白這是怎麼一回事。

無線電家——我也是那樣想……那麼你看，爲了對你解釋明白這件事，我們且把這種屏柵容量的有害的效應是怎樣組成的分析得更詳細一點。你知道在陽極電路的末尾，當它與所接收到的電波調諧好了的時候，就發生出交流的張力。這種張力是應當藉着一個小容量的交連電容器把它祇傳達到次一個燈的柵極上。但是另一種存在於屏極與柵極中間的容量，正巧妨害了它，使得這種張力的變化回授到柵極電路裏去，引起容量反應而發生出自生的振動。



愛智兒——是的，那樣這事我早就已經明白了。

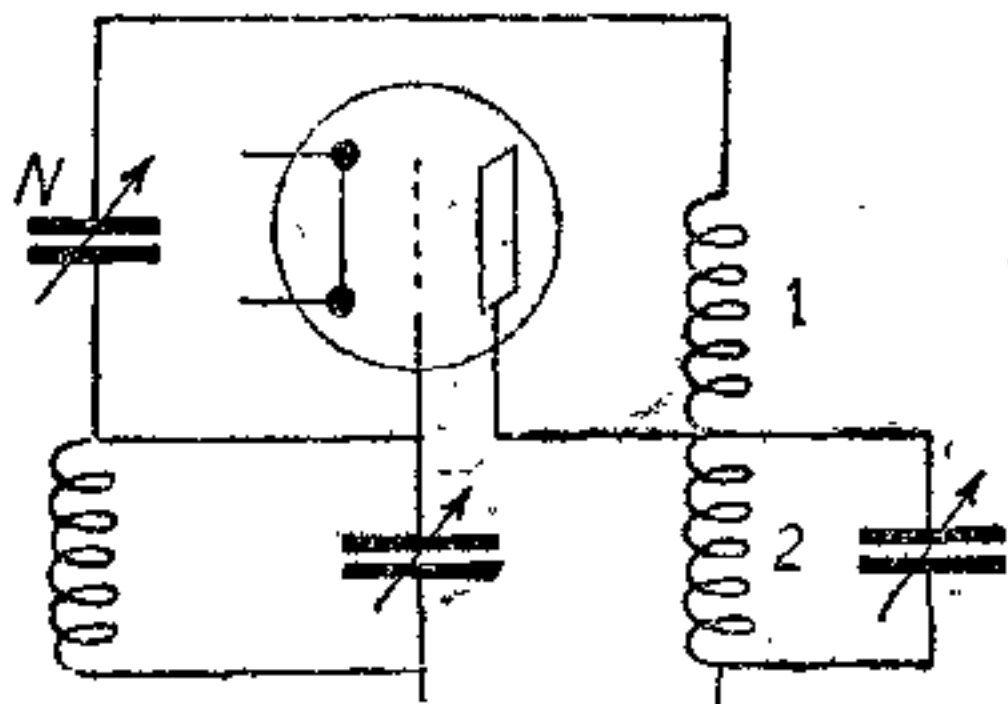
無線電家——現在看我在這裏所畫的這個線路圖（圖八十三）你看到了在陽極電路裏通常都有的線圈2，有一個好像是尾巴的1，這是一個與它交連的另一個線圈。這個尾巴是藉着一個容量很小叫作中和容電器的可變容電器N連接到柵極電路上。現在在線圈2上流通着高頻率電流的時候，線圈1上會發生什麼？

愛智兒——在這線圈上流通着反作用的電流。

無線電家——它的方向呢？

愛智兒——和在線圈上所流通的電流相反。

無線電家——正對。這一點非常重要。現在你很容易的就會明白了，在線圈1上的這些相反的電壓變化，經過中和容電器N而被傳送到柵極電路裏，而把那些因了屏柵容量而存在於那裏



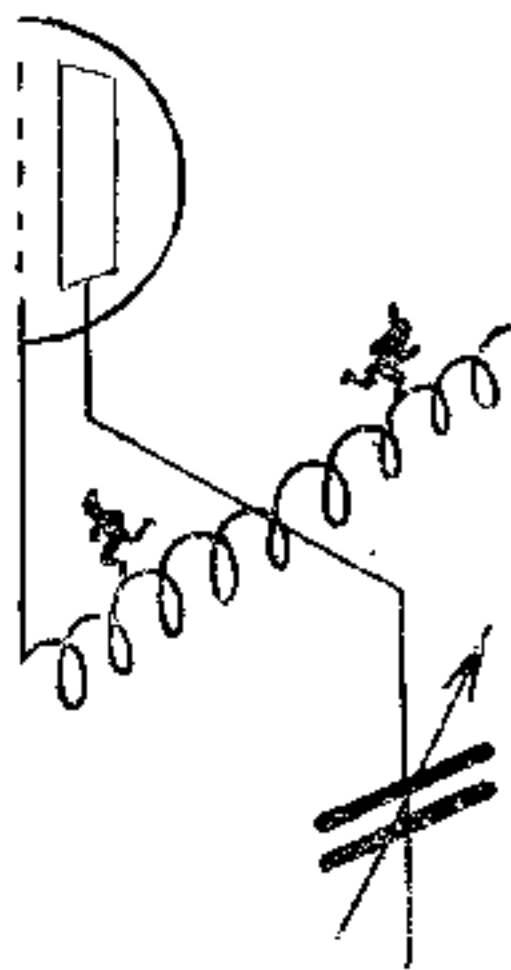
圖八十三——中和式新路圖。

的電壓變化給消滅了。

愛智兒——我明白了！那是一個總明絕頂的辦法。可是，爲什麼那個容電器N得是一個可變的，用一個固定的不行嗎？

無線電家——不行！因爲必需那樣去適合

它的容量，使那被傳送的能力够強，然而也不要比那所需要中和的屏柵容量更大。



【最後的幾句話】

愛智兒——現在，我要問你好些事情。第一件……

無線電家——第一等，愛智兒，我一點都不懷疑我們所說的一切談話，會在你的愛好知識的小腦袋裏引起越來越多的問題。那實在是一條通則，巴斯加曾說過這樣的話：『我們的知識的範圍是不停的擴大。它的範圍越增大，則它和所不知相接的接觸點的數目也越增多。』……當然你

所知道的祇是那美麗的電學和無線電學中最普通的事情。我的目的祇在於把這種科學裏的主要的基本面目指示給你看，因為一個文明人而不明白無線電是一種羞恥的。但是假若在無線電國土裏的這一次小小的散步迷住了你，假若剛纔在這國土裏見到的那些好玩的東西引誘着你作更深更遠的研究，你可以找到一大堆好書，它們會先告訴你一些關於電學理論的必要的智識，然後使你能够更充分的去認識那還是一種新科學的無線電；但是它雖然新，然而已經是很豐富了。我和你在我們這一些長的談話裏所說的一切，當然也可以幫助你對於那些書籍和專門雜誌明白得更為清楚更為容易一些……祝你在這一條路上得到好的成功！

