

少年電器實驗

吳嘉城編著
潘人庸校訂

新華無線電社出版

初版



少年電器實驗

吳嘉城 編著
潘人庸 校訂

新華無線電社出版

上海郵箱四零三一號

1 9 4 8

本書有著作權不得翻印

已呈 註冊 記 中

少年電器實驗

中華民國三十七年六月初版

編著者 吳嘉城

校訂者 潘人庸

發行人 高雪輝

出版者 新華無線電社

上海郵箱四〇三一號

每册售價

少年電器實驗庫

登記 預約

本社出版這一本書，並不推銷任何另件，我們希望讀者自己去設法找這些另件或材料，做你的實驗。但是我們可能預料的，在內地的讀者的很困難買得這些另件，在都市的讀者，雖然可能得到，然而雞零狗碎，收集很費時間，而且所費亦不便宜，因此我們想以消費合作的方法，發行一種「少年電器實驗庫」，將書中應用各件，裝一盒中，取用，儲放，搬運均極便利，讀者如有此需要者，請將姓名住址，先行登記預約，俟有成數，即通知售價，門售處所，或寄運方法，屆時如嫌價貴或已購者，可自由放棄的。

新華無線電社啓

上海郵箱四零三一號

少年電器實驗

引言 電的世紀

二十世紀，可稱為電的世紀。爲什麼呢？因爲這個世紀的文明和繁華，大都是電的力量所造成的。我們穿的衣服呀，吃的東西呀，住的房屋呀，甚至走的路呀，都和電發生直接或間接的關係。

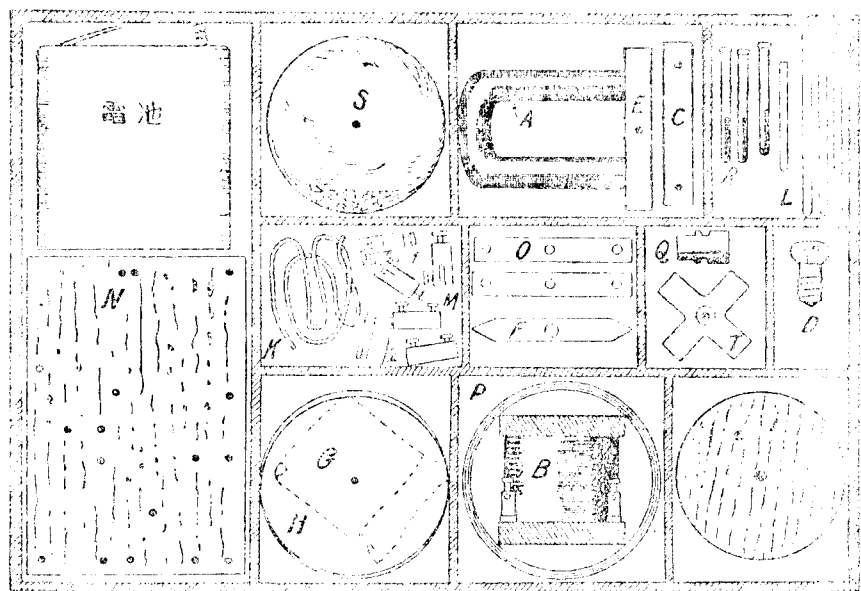
諸位住在城市裏大概都明白電的重要，住在鄉下的或者要說：我們居在鄉村中，住的是茅房，吃的是自己土中種出來的穀，穿的衣服是土布，走的路是石子路，鄉村中沒電燈電話，更沒有電車……那末不是和電一些都沒有關係麼？對呀，你說的一些也不錯，電沒有對你直接做事，可是，它在間接仍舊是幫助你的呀！譬如說，你有的時候，覺到白色的布（用自己的棉花，用木機織出來的）做衣服似乎太不美麗了，就想用些顏料來染一染，那末這顏料的製成，就靠了不少電力。又譬如說，諸位在鄉下住得厭氣了，想到城裏來玩玩，或者乘船，或者乘車，那末這船或車就靠了電的幫忙造成的。再說得明白一些，諸位讀到的這本書，已是獲電力幫助才成功的了。

說了一大堆，就承認電是很重要的東西罷了，那末它究竟是怎麼樣的一個東西呢？它是什麼形狀的呢？它有什麼脾氣呢？它有這樣大的功能，竟是三頭六臂的嗎？

說起來，倒是很有趣的，我們雖然把“電”使東喚西地盡情差役，但

它究竟長着什麼形狀都從來沒有人看到過，至於它的脾氣，我們倒是頂熟的，講到是否長着三頭六臂呢？嘿，恰巧相反，電的身體真小呢！小到我們用顯微鏡也看不見，它祇是一陣流來流去的東西罷了。

在這本小小的書裏，我們介紹給諸位幾種方法；如何研究電的脾氣，進而如何使電來供我們使喚，雖然做出來的東西像玩具，但是工業上實用的機械，原理是相同的。



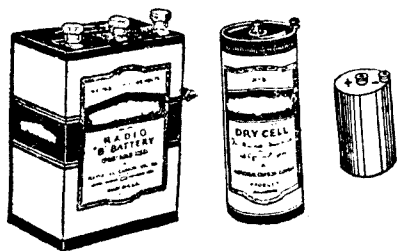
少年電器實驗庫

1. 電的居住地——電池

這裏所附的圖，是小型電池，是圓形的。（扁形的即把此三節小電池如34圖串接）電池真是我們的老朋友了，手電筒中不是就有電池嗎？

它是圓形的。

電池的外面形狀雖然不同，但功用却完全一樣，要明瞭這個電池新鮮不新鮮（就是已經用了多少時候），祇要看看電池的兩個接頭（就是電極）有多少摩擦的痕跡就能



圖一：各種電池

知道。扁形電池的接頭總有兩個（以後我們知道，這兩頭的性質是不同的），小的圓形電池，往往祇有一個（就是正中的黃色銅帽子），實際上，它另一個接頭就是外圍鋅筒。

電池安放時，不宜使兩極相連，因為一連之後，電池就很快地會“完了”，“完了”的電池就等於廢物！

2. 用舌頭來試試

電池倘如一直不去用它，那末隔了相當長的時間後，也要失效的。普通說來，一個電池的壽命不會超過三個月（自然，電池的好壞也有關係）。這種情形，正像新鮮的水果一樣，雖不吃掉，隔了三個多月，也要腐爛了。要試試電池是否有電，可以用舌頭來知覺它，試把舌頭去觸電池的兩極，就覺到一種刺激的味道，呸！這味道真不好過！不過味道雖不好，其能證實電的存在，却是無疑的了。

3. “電”和“電流”

所謂“電池”這一種東西，正如他名字所表示，就是藏“電”的“池”，

正和“水池”“油池”同一意義。粗粗猜想起來，這“池”中應該藏有“電”是必然的了，一點不錯，電池中就藏有電。但“電”是常常在流動的，可以又稱爲“電流”。換句話說，“電流”就是表示“電”的存在，暫時靜止的“電”，稱爲“靜電”，它是電流的一時形態。

像上節所說，爲什麼舌頭必須觸電池的兩極才會覺到刺激的味道呢？原來電池的兩極接通之後，“電”就從一極流出來，經過舌頭，再流入另一極，這樣，我們的舌頭就覺到有“電流”了。否則，舌頭只和一極接觸，電就此路不通，無法經過一段“流動”，就覺不到“電流”了。

4. 小電珠

電的最顯著的用途，是發光和發熱，在都市裏，需要光亮，就用電燈，發熱用電爐。不過，電的最“顯著”的用途並不就是最“重要”的用途，這道理在後就可明白。現在爲討論方便起見，把最顯著的用途放在前面先講。電流既然是無形無踪的，如何利用它來發光，似乎是一個困難的問題，我們必先想出一種東西來，使它能捉住電流才是。這東西現在已經想出來了——就是電燈泡。電燈泡的種類很多，很小的電燈泡，我們特稱爲“小電珠”，因其嬌小可愛，且發光如夜明之珠。

這小電珠很像瓜皮帽的“帽巔子”，上面是一個玻璃圓泡，下面座着銅質螺旋，尾端用火漆封住，中心爲一白點。再看玻璃圓泡，它裏面不是空心的，有一螺旋線（我們稱它爲“燈絲”）裝着，這線的一頭黏在銅質螺旋紋上，線的另一頭和尾部白點接着。

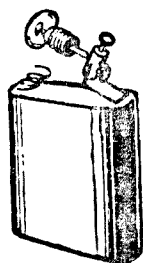
5. 小電珠的使用法

小電珠的功用，已在上節說過，就是捉住通過的電流，使它做出一些“工作”來。電流好像一個吝嗇的人，順順地讓它流過去不去留難它，它是不肯掏腰包的。小電珠玻璃泡中的燈絲，就是留難電流的裝置。電流要通過這裝置，就碰到很大的阻力，因為有阻力就引起摩擦，因為摩擦而生熱，由熱而發出光來了。這真是個巧妙的辦法呀！

那末小電珠如何和電池相連呢，倘若電池是扁形的，那末很好辦。因為電池上的兩極都是裝在上面的，兩極都是銅片（或一極是銅線）。只要使小電珠的尾端按住銅片，再使螺旋紋和電池的他一極相接觸就是。如果電池是圓形的，那末上面銅帽子是一極，另外一極就是圓筒鋅皮，連接時在把小電珠尾部按上銅帽子之後，再須用一根銅線將鋅皮和螺旋紋連起來。

在連接的時候，我們可以看到一種現象。就是小電珠的一端和電池的一極接上時，電珠並就不會發亮，一直等到小電珠的另一端和電池的另一極接上時，電珠才會發光。這現象告訴我們兩件事：第一，電必須在流動時，才發生作用，第二，電池的兩極隨便和小電珠的螺旋紋或尾端互相對調連接，都沒有關係。

現在，我們不把小電珠直接裝在電池上試試看，裝法如第四圖右方。為簡便起見，最好在小電珠的尾部鉚裝一銅梗，使它可以豎直插立在木板上。於是把電線使小電珠和電池連接起來，當電線一接上時，小電珠馬上就亮了，



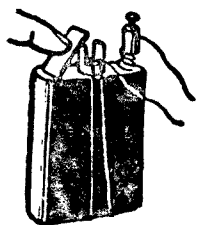
圖二：小電珠和電池

就是電線放到相當長，小電珠的光亮總是一樣的。這樣看來，電流能夠流過電線不大費力，恰和作一次旅行一樣。

電的流動，正好像不要費時間的，我們在牀前把開關一開，屋中的電燈馬上就亮了。實際上，這電燈無論放到什麼地方，開關一開，電燈馬上會亮的。那末，這其間究竟要不要時間呢？實在說來確是要的，因為物質經過空間，時間是必要的。不過它時間極短，我們不覺得罷了！

6. 簡單的電鍵

我們使用電池時應該注意的一點是不可使電池繼續長久使用，最好用用歇歇，這樣電池的壽命就可延長不少。



圖三：簡單的電鍵

想達到上述目的，可在電池上裝一個簡單的電鍵。試看附圖，在扁形電池的面中央裝一銅U形架，使當電池的一極（銅片）按下時恰可碰着這U形架為度，於是再在U形架上接出導線。如銅片極與U形架接觸，則電池中的電流就照常流出來，手指一放（銅片彈回，離開U形架），電流就斷。有了這

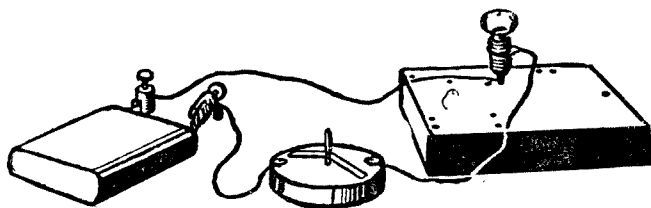
樣一個裝置之後，就可避免忙掉拆去電線時，而使電流流完的損失了。

這種裝置，僅就為便利而設，可各就電池大小及材料方便，作各種不同形式的裝置，故並不限於這裏所說的一種

7. 開關的製作

上面簡單電鍵的進一步，就是電燈的開關。這裏祇說旋轉式的開關

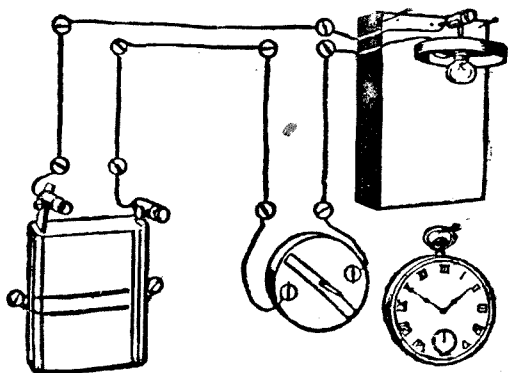
(另外尚有上下扳的開關等原理相同)。試把蓋頭旋開，其大概情形如下圖所示，真是再簡單也沒有了。通常附於旋鈕上的是一片銅片，當銅片旋到固定的兩接觸點時，電流就接通，電燈遂發亮了。當旋鈕再轉過去時，銅片與兩接觸點分離，電流遂斷掉。旋鈕再轉過去時，銅片與接觸點又重合。市上出賣的開關，旋鈕上裝有彈簧，一撥之後，就會彈到不是開就是關的兩點上，所以更形便利。



圖四：旋轉式開關

8. 照耀用的電燈

電燈的功用是在發光，發光的目的是在黑暗中也能看到事物，那末電燈應該裝在最適宜的地方才是。屋中電燈裝在天花板上，馬路電燈裝在電線木上，倘如開關也要一定附在電燈上，這豈不太麻煩嗎？幸而電流有一種性質——能夠沿着電線旅行的，所以無論把電燈裝在什麼地方（祇要

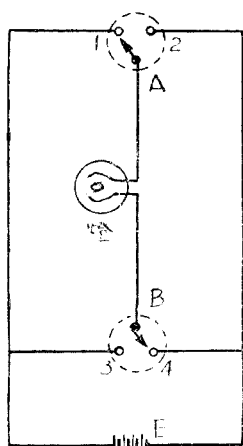


圖五：錶(時計)的照明

適合它的效用就是)，開關總可裝在手邊或進門地方，兩者之間連以電線就是了。這裏所附的一張圖，是表示電燈照着一個時計，使在黑暗中也可看到。簡單雖是簡單，原理却是一樣的。

9. 樓梯上的開關

我們在樓梯上面裝一個電燈，目的是想在上下樓梯時得到光明，不會不小心從樓上跌下來。那末電燈的開關必須要樓上樓下各裝一個才是，而且，上下兩個開關必須是不會互相干涉的，換句話說，就是雖是樓上的開關關着，在樓下要想開時，也能開得亮。反過來，也要一樣。那末應該怎樣裝法呢？



圖六：一盞燈兩個開關

如右圖所示，是一張線路圖，中間是樓梯上的一盞電燈，它有兩個接頭樓上(A)樓下(B) (倘是小電珠，則是螺紋和尾部)通到開關上，黑點是開關的固定點，上面裝一軸(箭頭)，可以左右轉動(使A和1相接，或和2相接 B或和3相接或和4相接)。E是電源或電池(均有兩極)。圖中的情形正是電燈亮的時候，因為電池(雖然經過兩個開關)仍和電燈連接着，電流可以很自然地通過。如果樓下的開關撥了一下，(即B的箭頭由4移至3)那末電燈就熄了，因為僅有電池的一極和電燈相連，電流是不會通過的。在這種情形下，倘在樓上想把電燈開亮，那末祇要把A的箭頭從1移至2就可，這時，電池的兩極又和電燈接通，電燈就亮了。

10. 兩位脾氣不同的朋友。

我們常常可以碰到，有兩位面貌非常相像的孿生兄弟，會使我們不能分別出來誰是哥哥，誰是弟弟。但是祇要多多考察一下他們的性格，就可以辨別出來了。平時我們常遇見的事物也有同樣情形，譬如有二條鐵棒，它們的外貌並無什麼不同，却具有不同的性格。試用一枚小針，放近一條鐵棒旁邊，並無什麼變化，但如移近另一鐵棒，則馬上被吸引過去而粘在上面了，這不是顯出它們具有不同的性質嗎？所以，單用眼睛來判別事物，往往是不可靠的。我們稱這種能吸引別種鐵物質的鐵棒為“磁鐵”，使和普通鐵棒分別。磁鐵有時製成棒形，有時製成U形，看用在什麼地方和什麼用途而定。

現在所用的磁鐵大都是用人工方法造成的。但在自然界中也有出產，名為“磁石”（它是鐵的氧化物），也具有吸引鐵器的性質。普通所謂“磁”，就是“吸引”的意思。



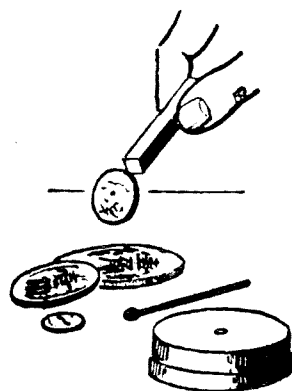
圖七：磁石與鐵心

11. 磁鐵的性質

磁鐵（或磁石）的性質，上面已說了一種，就是能夠吸引鐵質物，那末是否再能吸引別種金屬物品呢？能的，鎳質物也能吸引的。試取一些另碎金屬品（鋼針、圖畫針、雪花膏蓋、啤酒瓶蓋、錫箔、火柴棒等等）來試試看，那幾種可以吸起？那幾種吸不起。

這是磁鐵對別種物質的影響而言，如果兩條磁鐵碰在一起那末會有

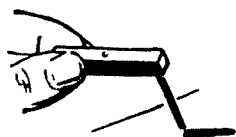
怎樣變化呢？首先我們可以猜想到的是它們必會互相吸引，但是有時候，當一棒的一端與他棒的另一端相接觸時，不但不相吸引，而且有推開的趨勢，必須把它掉過頭來，才會互相吸引，這樣看來，磁鐵的兩端竟具有不同的性質了！是的，這不同的性質我們在後面可以研究到。



圖八：金屬的檢查

12. 磁的感應力

兩隻普通的鐵釘，在無論何種狀態下(就是無論怎樣擺法)，這兩隻鐵釘不會互相吸引的。但如先用一條磁鐵去吸引一隻鐵釘，再用這隻被吸引的鐵釘去接觸另一鐵釘，那末後來一隻鐵釘也被吸起來了，雖則，它並沒有和原來的磁鐵相接觸(參觀附圖)。於是我們說，這磁鐵有一種



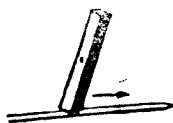
圖九：磁的感應力

感應力(簡稱磁力)，可以透過一隻鐵釘，而將

另一鐵釘吸引，倘磁鐵的磁力甚強，它能連續吸引鐵釘的數目，可達三四個之多，你說奇怪不奇怪呢？

13. 製一隻磁針

鋼質物(尤其是條狀的)極易受磁鐵影響——所謂影響，就是說經過相當時間接觸之後，這鋼質物仍舊留有磁性。試取一枚鋼針(如縫衣



圖十：縫針磁化

用的)，在上面用磁鐵依同一方向摩擦，由針尖到針尾，或由針尾到針尖，切不可錯亂，往來幾十次之後，這鋼針也變為有磁性的了。也能夠吸引其他鐵質物。

14. 磁鐵的兩極

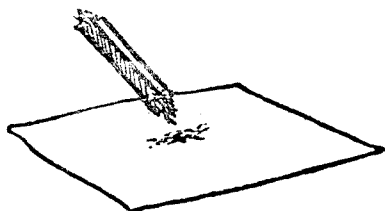
雖然在同一條磁鐵上，它的磁力却也每點不同。試取鐵釘一隻，先放到磁石的一端，再用手拔下，由用力多少可以約略估知吸力有多大，其次將鐵釘往中心處移，拔下時用力如何？這樣慢慢的移動，直到磁鐵中央某一點上，鐵釘竟然不容易吸上了。從這個實驗，我們可以得到一個結論：就是磁鐵的兩端，磁力最強，中心處磁力極弱，或竟沒有。但這兩極對於吸別種物質性質却相同，附圖可知鐵屑被兩端所吸引。



圖十一：磁鐵的兩極磁力最強

取一枚鋼針，先用磁鐵將它磁化。再用線將鋼針中腰縛住，懸空吊起來，則鋼針起先左右搖動，到靜止時是一端向北一端向南，如用手去撥一下，它靜止時候仍舊是原來的方向，這方向可以說是永遠不會變更

的（除非鋼針的磁性消失）。我們由此可知，磁針（磁化了的鋼針）的兩端性質是不同的，一端專門指着北方（稱曰“指北極”）一端專門指着南方（稱曰“指南極”）。普通市上出售的



圖十二：鐵棍

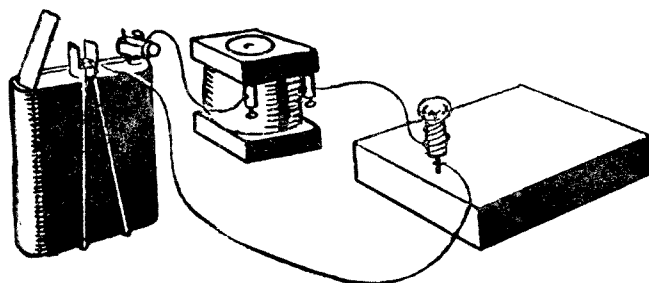
指南針（即羅盤），就是根據這個原理製成的。

這樣，就可以解釋第十節沒有解決的問題了，就是爲什麼兩塊磁鐵碰在一處的時候，有時會互相斥拒，有時會互相吸引。原來磁鐵既有不同性質的兩極，當它們同性質的兩極（例如指北極和指北極，指南極和指南極）相遇具有互相推拒的性質，當不同性質的兩極（例如指南極和指北極）相遇，就互相吸引。簡單的說來，就是“同性相拒，異性相吸”。

至於磁鐵的中間爲什麼沒有吸力呢？這因爲磁鐵的兩端既然具有相反的性質，那末兩端距中心越近，其吸力也愈甚，直到中心點，其相反的兩端的吸引力達到完全中和（就是對沖）的地步，於是對其他物質就沒有吸引力了。

15. 製一個線圈

現在我們的實驗，要轉一個方向。試取長約40米（稍長或稍短不妨）的導線（34—40號銅線外面包有漆或紗的），捲在一個軸上，這樣就成功一個線圈，用較細的銅線，則捲成的線圈小。

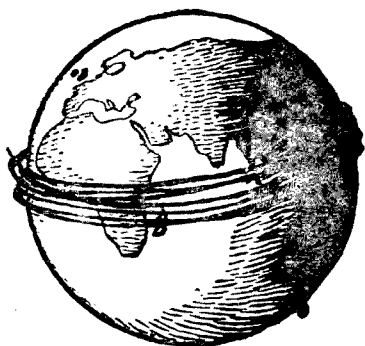


圖十三：通過線圈點電燈

這線圈約有數百圈，銅線兩端裝有接頭，使一端接着小電珠，一端接電池，詳細情形，參看附圖。試驗時把電池的電鍵按下（就是說，將電流通了），那小電珠馬上就發亮。在這種情形之下，電流已經旅行了一段很長的路程了（40米），而且它不是直線的流過，還兜了幾個圈子呢。這真好像不費吹灰之力，從電鍵按下到小電珠發亮，其間連霎霎眼睛的時間也不到。

16. 繞地球七周半

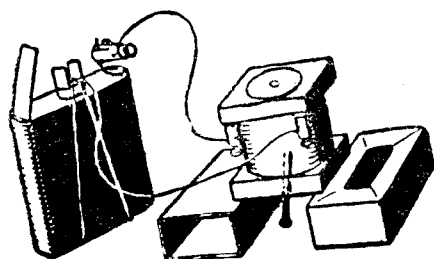
電流的流動果真不需要時間嗎？不是的。不過，電流實在跑得太快了。我們可以作一個想像。原來我們所居住的地方，是一個大球（略成橢圓形），就是地球。地球的赤道一周（就是這球的腰），約有 40000 千米光景，今假定有一條極長極長電線，可以繞這地球七周半，再把電流接上，電流從這一端電線流到另一端，竟只須一秒鐘！換一句話說，電流每秒鐘可以走 7.5×40000 圖十四：電流一秒鐘繞地球七周半
 $000 = 3 \times 10^8$ 米的距離，你說快不快？這樣說來，無怪乎電流通過 40 米的導線，真不算怎樣一回事了。



17. 鐵釘的跳舞

電流通過上面所說的線圈是不能看見的，祇有小電珠發亮可以間接

知道。而且它的速度也是非常的快。我們是否可以設計一樣東西使對電



圖十五：鐵釘跳舞

流_的通過會發生影響呢？可以的。只要用一隻釘很寬暢的放入線圈之中就好了。再把線圈用火柴盒填起來，以免釘頭和桌面相碰。於是把電池上的電鍵一撤一放，電流就忽通忽斷。這個在線圈中的小釘竟會一上一下的跳動起來了。釘尾會從線圈孔中伸出來，很是好看。

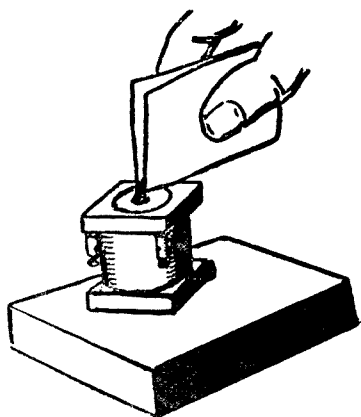
這跳舞的現象說明什麼呢？原來電流通過線圈時，使線圈也形成磁鐵的性質——即能夠吸引鐵質物。就是造成一個臨時的磁石（電流一斷，它的磁性亦隨之消失了）。我們稱這種線圈曰“電磁線圈”。

18. 電力搗碎機

如果把上述的電磁線圈製得相當大，電流也用得相當大，那末它能夠舉起線圈中鐵釘的力量也是會加大。鐵釘一大，它忽上忽下的力量也大。當電流一通，鐵釘被磁力所舉而上升，電流一斷，鐵釘因自身重量下墜，在下墜時，倘恰有一樣東西放在鐵釘下面，那末這東西就被擊碎。這就是電力搗碎機的原理。在我們的實驗裏，鐵釘的力量當然是不會很大好，但也可以擊碎食鹽等物。

19. 鐵屑沒有了

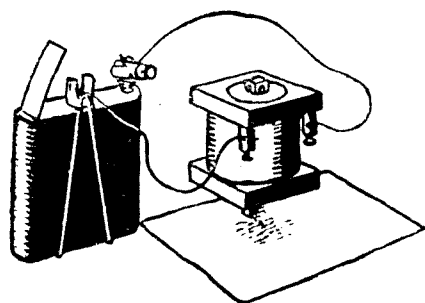
利用上述的電磁線圈，我們再可以作小小的試驗。誰都知道，沒有底的鉛筒是不能用來盛水，砂等物的。但却可用電磁線圈來盛鐵屑。在作這個試驗時，先使電磁線圈通上電流，於是把鐵屑用紙灌入線圈孔中，等鐵屑倒完後，提起線圈一看，底下沒有一粒鐵屑留下來（雖則，線圈孔是沒有底的）。原來鐵屑都被收附在線旁邊了。倘圈孔把電流一斷，鐵屑就紛紛落下來。



圖十六：鐵屑沒有了

20. 電磁鐵

取一細小鐵棒，本來是沒有絲毫磁力的——就是不能吸起鐵屑等物。倘把這鐵棒插入線圈中再通以電流，則鐵棒立刻變成有磁性的了。把鐵屑放在它的附近，馬上會被吸引上去。這種裝置



圖十七：電磁鐵

（當電流流過時，能具有磁石性質的）就稱為電磁鐵。

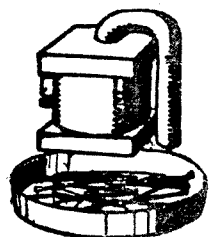
21. 電磁鐵的能力

電磁鐵的吸引力要比天然磁石為強，這是可以想見的，而且可以隨

心所欲來控制這吸力的強弱。例如線圈的圈數繞得非常多，則吸力就強，又如加強電流，則吸力也強。我們要試驗磁力的大小，可視它能多引鐵釘多少來測知之。

22. 另一種加強磁力的方法

線圈中的鐵棒，它的上端和下端都有磁力的——可用鐵釘來試之。



圖十八：釘的曳引

果真兩端都能吸引的。倘把鐵棒的兩端彎成同一方向，那末怎麼樣呢？換句話說，就是使鐵棒彎成U字形，其磁力將變大或變小呢？若在線圈中通以電流，則見鐵釘紛紛被吸起，其數量遠比在一端鐵棒時為多。由此可知U字形兩端的磁力，因互相影響而加強。這種馬蹄形的電磁鐵，其磁力比普通鋼鐵

磁石要強得多，在實際應用上也是利用這種原理而成。其形狀如圖所示。

23. 磁石與接極子

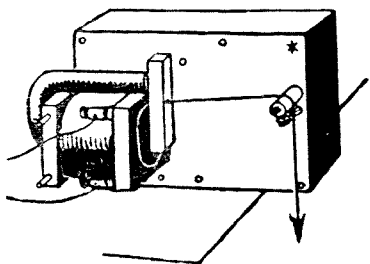
另取鐵棒一條，跨接於馬蹄形電磁鐵的兩端，當通以電流時，試拉拉這鐵棒，看看所要的力為多少。覺到吸力極大，這是因為鐵棒表面，極為光滑，其受電磁鐵的吸引極為均勻的緣故。因此更能發揮電磁鐵的作用。本來，電磁鐵的力量已經比普通磁鐵要強了，現在兩端連接了一根鐵棒（特別稱它為“接極子”），效力更好。



圖十九：電磁鐵上加接極子

24. “力”的試驗

要拉開上面的接極子（就是跨於馬蹄形磁鐵兩端的鐵棒）究竟要用多少“力”呢？可以作一個試驗來解決。它的裝置如附圖所示，把電磁鐵放在適當的位置，在其接極子中心縛一條堅韌的線，把線的另一頭橫過一可以轉動的軸，如圖中箭頭所示，以便依箭頭方向拉下。倘然用手拉這條線，則接極子雖然也會被拉開，但是究竟要用多少“力”，却不能知道，因為手祇能比較用力的大小，而不能實際量出“力”的數量。為補救這個缺點，可用預

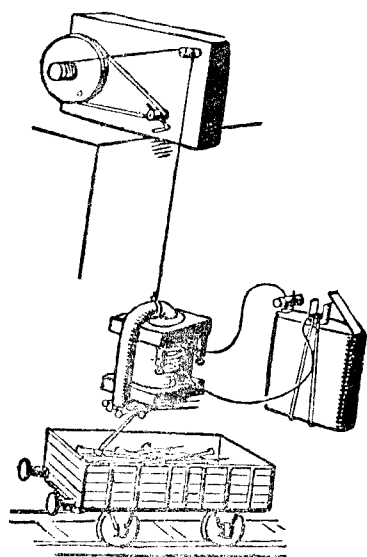


圖二十：磁力大小的試驗

先已知重量的物體（例如一兩二兩重的鐵塊，或其他東西等等，倘然手頭有天平用的法碼，那是最好沒有了。）掛到這條線上，先是一個，於是再加一個，加一個，一直等到接極子被拉開為止。再檢查所掛物體的總重量（例如共十五兩）就能知道所需要的力了（即十五兩的力）。但必須注意的是，嚴密地說起來，“力”並不就是重，不過在這裏為解釋方便起見，就暫時混用一下。因為我們日常經驗裏常常說：某人的“力”氣真大，他能夠挑一百五十斤（重）！

25. 小小起重機

試製一個電磁鐵起重機來玩玩。全部裝置，如附圖所示。它的下面部分都已是我們熟知的東西，諸如電池、電磁鐵等，它們的詳細情形，



圖二十一：電磁起重機

已經前面說過。可注意的是圖上面有一個圓輪盤，它是一個傳動裝置。這種裝置，可以使力的方向轉換，換句話說，本來，我們要想把電磁鐵提起來，就只有用手“由下向上一舉”的辦法，現在有了這個裝置之後，可以毋須用手“由下向上”一舉了。祇須將搖手依同一方向搖轉，電磁鐵就會冉冉上昇。原來電磁鐵是用線縛住的，這線的另一頭又縛在大輪盤的軸上，而大輪盤呢？却和搖手用皮帶緊緊紮住。於是搖手轉動時，大輪盤也跟着轉動，大輪盤既然轉動，就

抽緊縛住電磁鐵的線而使電磁鐵上昇了。由此看來，用了傳動裝置，竟可使用力的方向轉換，不但如此，而且所用的力，尤比直接用手拉時為省。

試驗的辦法是這樣，鐵道上有一車鐵釘推來，我們想把它裝到另一個木箱裏去，於是放下電磁鐵，恰在鐵釘上面，（然後通電流），鐵釘就紛紛被吸，再升起電磁鐵並且使它轉換一個方向，就是離開小貨車，移到我所需要的地方去，驟然把電流一斷，鐵釘就紛紛落下了。自然，最好把電磁鐵放得低下一點，然後斷電流，使鐵釘落下時不致散亂。

上面所說的是小玩意，在實際應用上，電磁鐵起重機的構造當然不

是這麼簡單，第一，這電磁鐵的構造要大得多（即線圈多用粗線），馬蹄形磁鐵也特別大，第二，所用的電力也不是用乾電池了，而是用發電機發出來的電。這種電磁鐵起重機的優點是可以免除繩索縛繫物品之勞，但它的缺點是祇能吸引鐵質物，對於非金屬東西就無能為力了。

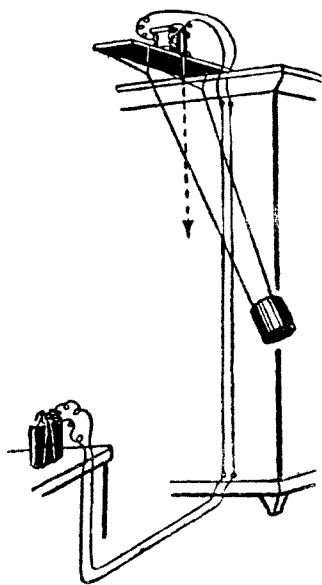
我們人類所以不同於其他動物，就在於能夠製造出種種工具來，使我們費力小而得到效果大。我們雖然本身的力量不及猛禽野獸，但萬噸的輪船却隨我們的意志而航行，比飛禽重億萬倍的飛機却在天空中橫行，就在於這點會駕馭自然物的緣故。

26. 眼和手的訓練

生活在這個電的世紀裏，首要條件是敏捷——思想要敏捷，手脚要敏捷——才不致落伍。現在作一個小小的實驗，以作眼和手連繫的訓練，要訓練得眼快手快。

把電磁鐵安置在較高的地方，電池則放在手邊。電磁鐵下面懸一可以左右擺動的洋鐵罐頭。罐頭和電磁鐵的距離（就是線的長短），視實驗者身材高低及視力強弱可以隨意調節。實驗時，先通電流使電

磁鐵吸住一枚鋼針，於是撥一下洋鐵罐頭使左右擺動，看準洋鐵罐正在電磁鐵下面時一剎那，把電流一斷，是否針會恰巧掉落在洋鐵罐頭裏！



圖二十二：眼和手的訓練

一次不成功，再試一次，直至成功為止！

有時候，這實驗有了進步，往往把電磁鐵懸得很高，這樣一來，鋼針是否掉落，無從覺察。為補救起見，可在電磁鐵與鋼針之間隔一張薄薄小紙張，因為磁力可以通過薄紙而吸住鋼針，並無阻礙，當鋼針掉落時，小紙片隨之飛舞，就比較顯著了。

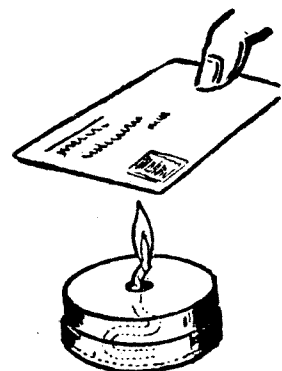
27. 明信片的戲法

找一張用過了的舊明信片來，如果沒有明信片，適當的卡片紙也好。再用一個酒精燈點着。（所謂酒精燈，自己動手製也可以，一個小鐵

罐頭上開個孔，塞一條棉紗線倒以酒精就是。）把明信片擱在酒精燈上烘，烘得極乾極乾的時候，就有奇跡發生了！

另外再在桌上預備一些細小紙屑，錫箔屑或棉屑等。

把烘熱了的明信片放在桌上用毛織物（或者西裝的袖子）努力磨擦一陣之後，移近紙屑、錫箔屑、棉屑等物去看！紙屑等就被明信片吸引上去了。



圖二十三：明信片魔術

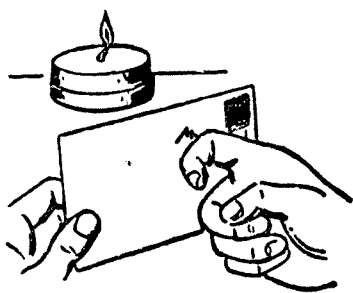
又如把這烘熱了的且磨擦過的明信片向牆上一貼，竟可保持相當時間不會翻下來。

像這樣不可思議的事情還有呢！冷天我們在火爐旁邊讀報紙，報紙

烘得極熱之後，用毛織物劇力磨擦一陣，也可以把報紙貼到牆上去。雙手可以不必捧了，你看多省力！

28. 小小的閃電

把上面所說的明信片烘得極熱，又劇烈地摩擦一陣之後，趕快用中指移近2—3毫米（mm）去試試看，就可聽到輕微的“拍”的一聲，手指微微覺痛，同時明信片上有極微的電火（就是閃電）出來。



圖二十四：手上的火花

這個實驗，動作必須非常敏捷，又因為火花是極其微小的，周圍的環境最好是黑暗的。但如把明信片恰放在酒精燈的影子上面（這時酒燈的火焰也應極小），火花也較易看到。

29. 摩擦生電

把上面幾個實驗綜括起來，我們可以得到一個結論，就是“摩擦生電”四個字。

現在再作一個實驗以明之。取一件硬橡膠製成的東西（例如自來水筆桿）去和毛織物品摩擦，這自來水筆桿也會吸引細小的紙屑等。由於種種實驗，除了硬橡膠之外，他如琥珀、火漆、賽璐珞、硫黃塊等和毛織物品摩擦時，也會有吸力發生的。

這種“摩擦生電”的吸力和磁鐵磁石的吸力不同，其不同點如下：第一，磁鐵（磁石）的吸力的生成，不需要摩擦，就是沒有電的作用，第二，磁鐵（磁石）的吸力是長久的並不像摩擦生電所生的吸力那樣短促。

換一句話說，摩擦後的物體是帶了“電”了，和沒有帶電的物體相遇時，就有吸引的傾向。既然把它吸過來之後，就把自己所有的“電”公平地分配給它，等到兩者帶電分量相等之後，吸力也就完了。

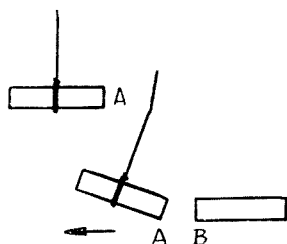
大凡兩種性質不同的物體摩擦時，總有電的發生，不過有的顯著有的不顯著罷了。

30. 兩種性質不同的電

要想科學地研究各種事物，最好以實驗為根據，因為眼所見的和手所觸的往往不能明白它的精微所在，何況有時候，世界上有不少事物為我們眼所不能見和手所不能觸的呢！上面所說的“電”就是眼所不能見的一種。

“電”的存在，已如上述證明，它的性質，亦可借別個實驗來弄明白。

在硬橡膠棒（A）腰上縛一線，使懸空掛着（就是使橡膠棒可以自由轉動），再用毛織物和它摩擦，摩擦相當時間後，這硬橡膠棒上已帶有不少“電”了（固然，眼不能見）。如圖中左上所示。另外再用一根硬橡膠棒B（亦用毛織物摩擦過）移近原來這棒（A），則A棒就有避開的趨勢，像圖中右下所示。試再用火漆一塊（亦用毛織物摩



圖二十五：靜電試驗

擦使其生電) 移近硬橡膠棒A, 則 A 棒也會避開去。再如用硬玻璃棒 (先以絲質物摩擦) 移近硬橡膠棒 A, 則兩棒非但不互相推拒, 而且有吸引的趨勢, 恰和上面兩種互相避開的情形相反。從這個實驗, 可以下一個結論: 由摩擦而得的電, 一定分成兩種, 當兩種相同性質的電相遇時 (例如兩硬橡膠棒摩擦後相遇), 互相推拒, 當兩種性質不同的電相遇時 (例如用毛絨物摩擦後的硬橡膠棒和用絲織物摩擦後硬玻璃棒) 就互相吸引。簡單的說來, 可用八個字包括之: 就是“同性相斥, 異性相吸”, 這性質恰和磁的性質相似。

爲了便於區別這兩種性質不同的電起見, 就各給它們不同的名字, 我們稱: 硬玻璃棒和絲織物摩擦所得的電爲“正電”(或曰“陽電”), 另稱硬橡膠棒和毛織物摩擦所得的電爲“負電”(或曰“陰電”)。

31. 導體和不導體

上面所說的硬橡膠棒當摩擦生電後, 它的電荷聚集於摩擦的地方, 並不會流到棒的全體, 所以我們可以用手拿着不要緊。倘如掉了金屬的棒, 則摩擦之後, 電荷馬上流過棒的全體再流到人身而到達地下, 所以結果一些也不覺到有電荷現象。於是我們就稱硬橡膠棒一類東西爲不導體, 金屬棒爲導體。我們試就身體旁邊的東西 (銅線、木片、人造絲、蠶絲、鉛筆芯,) 來試試, 那幾樣是導體, 那幾樣是不導體, 普通實用的導線就指銅線而言, 因其效力高而價格廉。

32. 錫箔的試驗

取一個蠟燭頭，上插一銅片，或者，把銅片插到其他不導體上面也可，祇要使銅片直立就行，銅片上平貼一條錫箔（倒摺使其下垂）。另



圖二十六：
錫箔感電

外拿摩擦後的硬橡膠棒（已帶有電了）去接觸這錫箔，在此可見一個奇異的現象了，本來錫箔是下垂的，經過一觸之後，竟有要離開銅片的趨勢了。這是為什麼呢？原來硬橡膠棒的電荷傳到了錫箔，再由錫箔傳到銅片上，因此，銅片和錫箔就具有相同的電荷，因為同性相斥的緣故，錫箔（本身是很輕的）就有飛離銅片的現象了。

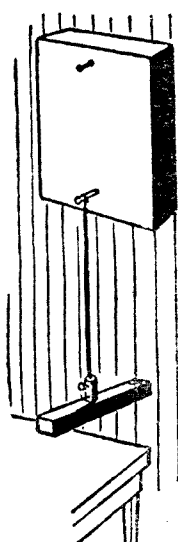
33. 如何辨別人造絲和蠶絲

現在穿用的衣服有許多是絲織品，然而究竟是由人造絲織成的呢還是蠶絲織成的呢？可以用傳電不傳電來試試，原來人造絲可以通過電流而蠶絲則否，這樣就可分曉了。

34. 羅盤（指南針）

在第13節，我們已知道磁針的性質了，就是磁針的兩端具有指北向和指南向，從這個性質，我們製成了羅盤（普通稱做指南針）。

簡單的羅盤，製成後的情形如圖所示。外面是一隻黃銅盒子，底用木製，中心插一銳利的鋼針，其上載一鋼的磁片（兩頭尖的），再用玻璃當蓋。在木製

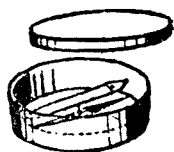
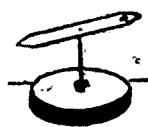


圖二十七：磁鐵的指南和指北

底上，一圓周再劃分為三百六十等分，這樣，磁針偏左偏右多少程度就可以知道了。

羅盤雖是這樣一個簡單製成品，但它的功效却非常大呢？輪船在

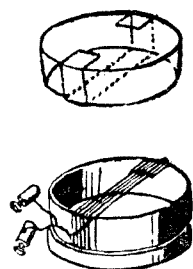
茫茫的大海洋中航海時，或飛機在蒼蒼的天空中飛行時，滿天迷霧，不辨南北，有了羅盤，就可以分出方向來了。又如旅行或探險到大森林中或重疊的山叢中，暗無天日，要辨別方向，尤賴羅盤的幫助。



圖二十八：磁針 圖二十九：手製羅盤

35. 磁針周圍有電流流過的情形

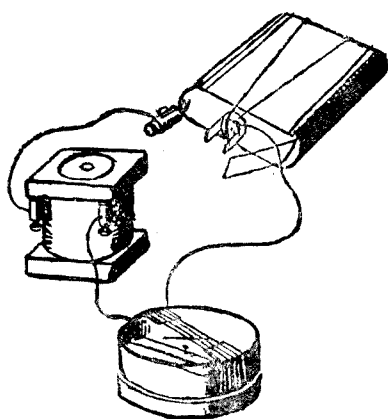
在線圈中通過電流之後，則在線圈周圍就有磁力，簡稱曰磁場，能夠吸引鐵質物等，已如前述。倘如將線圈放在磁針的周圍而使電流通過時，則磁針（它是鐵製的）將有怎樣的變化呢？



圖三十：電流之磁性作用

於此，我們可以作一個實驗來解決這個問題。先在上節所說的羅盤上縛一闊約2cm的紙條，這紙條的作用，在使導線和羅盤的金屬盒隔離。其次，取約一公尺長的導線繞在盒邊紙上（圈數多少沒有關係）。繞好之後，將導線兩端互相絞着（這樣，電線才不會鬆下來）。其詳細情形如附圖所示。

這裏有一件事必須注意，就是這羅盤中磁針的位置在線圈繞好後，應恰巧躺在導線的下面，就是導線和磁針並行。這樣，實驗起來，才比較容易看得明白。



圖三十一：通過線圈後的情形

現在可以通過電流了（即將電池的兩極接上導線的兩端），注意！因為導線太短的緣故，如果連續的通過電流，則電池的壽命就不會長久，所以通電流時，必須時斷時續。關於這種情形我們要常常記着。

這個磁針有怎麼樣的變化呢？在磁針本身上雖無電流通過，但却受電流的感應了，原來電流一通，磁針就朝一個方向旋轉了。電流一斷，磁針再回到原來指北指南的位置。

36. 倘使電流的方向調一下怎麼樣

把電池的兩極和線圈的兩端掉一下接接，那末電流的方向就反過來了，在這種情形之下，磁針會有什麼變化呢？我們可以看到，磁針仍舊受電流感應而轉動，不過它轉動的方向恰和上一節所說的相反。

37. 電流強弱的影響

在上面實驗中所通過的電流，必須要相當強度才能夠使磁針轉動，如果電流太弱，則磁針不會轉動。為證明這個，可以作一個實驗如下所示。

參看附圖就可明白，在電池接到上述裝置（即附有線圈的羅盤）之前，預先經過一個線圈，線圈的位置不可與羅盤放得太近，以免磁針受

影響，這樣，達到這裝置的電流就弱了。這時候，磁針雖然也會轉動一下，但轉動的角度却大大不如前（試除掉這個線圈試試如何？）或者，磁針甚至不會轉動。

原來，電流通過這個線圈時，已有一部分力量被線圈阻止了。雖然，這線圈是用導體（銅線）繞成，但因為圈數太多，仍不免有“阻力”存在，所以，從線圈另一端出來的電流，其“力量”已不如進去時那末強大了。

38. 電池強弱的標準

我們說：“鐵比一塊同樣大小的冰重”，這時候，就有“重”和“輕”的觀念。“重”和“輕”這兩者之間就一定有個可以比較的東西存在，這用來比較輕的普通市用標準就是“斤”（或其他磅，克等）我們說這担柴十斤，就表示一斤的十倍，那担柴五斤，就是一斤的五倍，於是我們知道這担柴比那担柴重五斤。同樣，我比你高，那末“高”也必須有一個標準方能計算，“尺”（或呎，公尺）就做了“高”的標準。

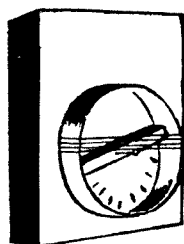
這裏所研究的是電流，電流的強弱也應該給它一個標準才是。我們用“安培（Ampere）”來計算它。在都市裏裝有電燈的地方，都裝有電表，電表上另裝有保險盒，（內裝一熔絲，俗名保險鉛絲 Fuse）這盒上註明 6 A（即六安培）或 10 A（即十安培）等字樣。這 6 A 或 10 A 就表示這保險盒所能通過的安全電流量，如超過這限量，盒內保險鉛絲就熔斷，而使電流斷掉，以免危險的發生。

要明確指出一安培的電流究竟是多少，在這裏很是困難，但也可比

較而得知大概。手電筒中的電池爲我們所熟知的，它的電流大概是四分之一安培，反過來說，一安培的電流約爲小電池的四倍。

39. 製一個電表

強弱不同的電流，對於第35節所述的裝置（即羅盤上裝一個線圈）既有不同的影響，那末就可用來測量電流的大小了。現在再稍稍改良，使成如右圖所示一樣。用一木板，上裝一圓形扁盒，中釘一縫針，使鋼磁棒被縫針釘住而可以自由活動，盒邊繞有導線以便使電流通過，再把導線的二個線頭引出來絞着（便於和外界電源相接）就成。



圖三十二：簡單的電流表

試驗時，可先用一個電池接上（注意，不能時間太久！），看鋼磁棒轉到如何程度，再用兩個電池並聯（正極和正極相接，負極和負極相接）後看鋼磁棒

轉到如何程度。

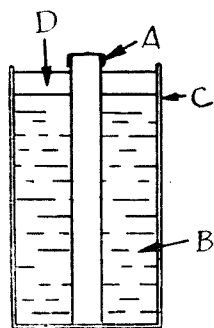
因爲這個電表是可以懸掛在牆壁上的，所以當沒有電流通過時，鋼磁棒爲了重心關係，必然一端向上，一端向下，一直等到通過電流時，鋼磁棒才會轉動，電流一去，鋼磁棒仍回到原來位置。本來，小電珠通電時亮不亮，也可以測知電流的強弱，但困難的是小電珠對於微弱的電流竟然毫無作用，所以不得不另外設法了，就要用電流表來測量。

40. 電池的研究

對於電流的性質，我們已經曉得一個大概了，但對於電流的來源一

電池，却還不曾詳細研究過，現在試剖開一個電池來看看。

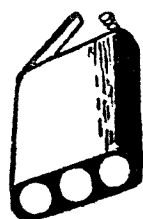
先說簡單的圓筒形電池。這種電池的外表是商標紙，剝除商標紙後就是鋅皮圓筒，這鋅皮的作用有二，一方面自己發生電流的作用，一方面包藏其他材料於其中，其重要性正如人的皮膚一樣。筒的正中是一條炭棒（炭棒上戴有一頂銅帽子），棒的周圍是礮砂（氯化銨）和氯化鋅錳粉等材料。它的產生電流的理由是：礮砂和鋅皮的化學作用比之礮砂和炭棒的化學作用，有程度上的不同，但因為是相處在同一容器中，所以連接鋅皮和炭棒，就會產生電流。在產生電流的過程中，鋅皮因為和礮砂起作用，漸漸地被腐蝕，一直等到鋅皮被腐蝕盡或礮砂用光，電流才不會產生，所以新鮮的電池，電流很強，後來慢慢變弱。至於電池中的其它物料，都是為輔助這些作用而加的。如右圖所示，是一個電池的縱剖面，A是炭棒，B是礮砂等混合物，C是鋅筒，D是封口火漆。



圖三十三：電池解剖

但是我們有時看見的電池却是扁形的。這是怎樣構造的呢？也無須奇怪，祇要把扁形的外盒拆開來一看，原來裏面也是許多圓形的電池呢！小的圓形的電池一個個串聯起來之後，電的力量就大了。

本書附圖所示的電池，都是扁形的，它內中包藏三個圓形電池，而且是串聯的。

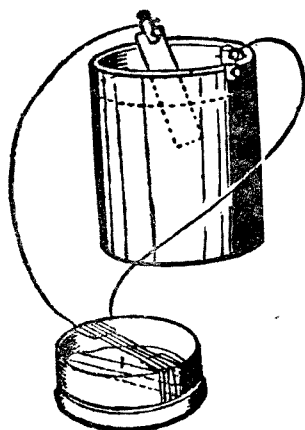


圖三十四：三個電池合併為一

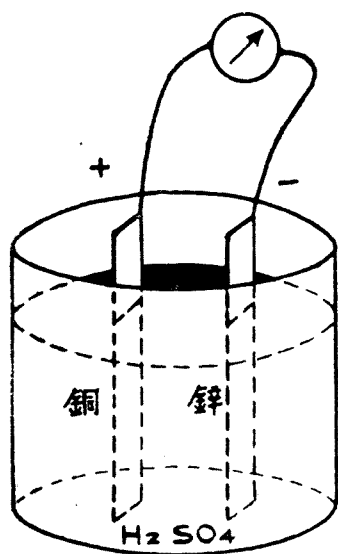
41. 自己做一個電池

無論形狀不同的電池，和牌子不同的電池，它的產生電流的原理總是相同的，就是在酸或鹽的溶液中侵着兩種不同的金屬物，用導線接通這兩種金屬物，導線上就會有電流通過。至於電流的強弱，那就要看所用的金屬物和所用的鹽（或酸）的性質如何而定了。

試取一隻洋鐵罐頭（就是罐頭食品的罐頭），其中盛滿濃鹽水，再取一銅片浸於鹽水中，銅片不可和罐頭相碰，而後連接銅片和罐頭邊到先前我們所製的電流表上（詳細情形如下圖所示），電流表的指針就會擺動一下。雖則，這擺動的度是很微弱的，但表中有電流通過，却可證明了。這電流從何而來的呢？豈非由罐頭、銅片和鹽水三樣東西所發生的嗎？



圖三十五：罐頭電池圖

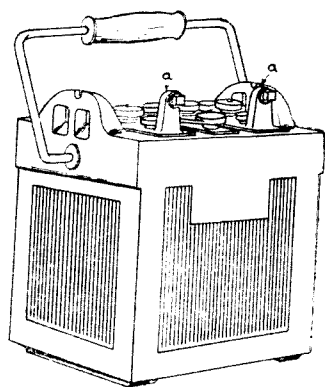
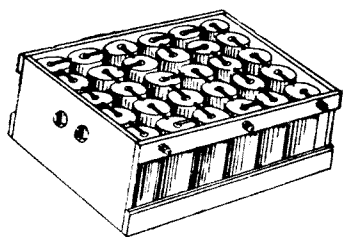


圖三十六：硫酸電池

再做一個簡單的電池試試。在玻璃杯中盛稀硫酸溶液，硫酸中插入一條銅片和一條鋅片，再用導線連接起來，那末電表中的指針也會擺動一下，這表示有電流通過了。

42. 蓄電池

上面所說的電池，用完後祇好丟掉。這是很可惜的，所以後來又想出了蓄電池。這種電池，用完之後，可以把外面的電（例如電燈電）沖進去，又有放電作用了。這種電池就叫做蓄電池。最普通的是鉛板蓄電池，其形狀如附圖，它的外殼是硬橡皮製成，內有兩組鉛板（二氧化鉛的陽極，和鉛的陰極），都浸在稀硫酸溶液中。因為二氧化鉛和鉛對於稀硫酸的作的不同，所以兩極如以導線相連，就會有電流流過了。



圖三十七：鉛板蓄電池（左B電池 右A電池）

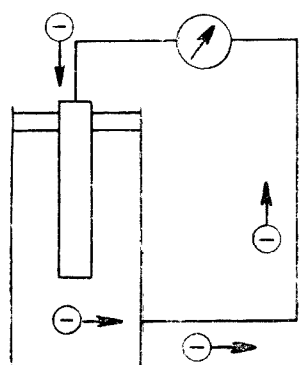
43. 電池的正極和負極

試溫一遍電池的構造：在酸或鹽的溶液中安置兩種性質不同的金屬，用導線接通之後，導線上就有電流通過。

我們不禁要問：“導線上有電流通過”一句話是不是和“有一樣東西，在導線上走過”同一意義呢？譬如“一隻狗在一條木橋上走過”。我們是能夠確實看得見指得出的，但導線上却看不出有什麼東西在走，所以

就要發生疑問了。這個問題非常有意義，它的回答是：“確實有一樣東西——名字叫做“電子”——在導線上通過”。這“電子”是非常微小的，雖是我們眼力看不見，但可用電流表來測量，它能使小電珠發光。“電子”在導線上“流通”，就稱之為“電流”，電池的作用就在製出“電子”來“流通”。如果沒有導線來連接二種金屬，就不能流通，也就沒有電流了。換句話說，電流祇是“電子”在電池和導線兩者之間“旅行”而已，沒有導線，旅行無從發生，我們就覺不到有電的存在了。

電池中的電子的旅行情形，如附圖所示。既然是旅行，那末應該有“出口”“入口”的地方了。



圖三十八：電子流動的方向

乾電池的鋅皮和礬砂作用，產生了“電子”，因為有導線連着，電子就沿箭頭方向進行，電子經過電流表，使表上的指針動了一下，再沿導線而到炭棒，炭棒上的電子再傳到礬砂，於是電子就旅行了一周。鋅皮是“出口”處，炭棒是“入口處”。電子的“出口”處我們稱為“負極”，“入口”處稱為“正極”。

電子的循環是由負極到正極，但我們在普通情形下，總說“電流由正極到負極”，明知它的錯誤，因為實際上已經瞭解，也沒有大關係，就不去改正它了。

由此得到一個結論，每個電池都有它的正極和負極，正極和負極連貫時才有電流通過。

44. 舊電池的復活

取一個“用完了”的舊電池來，很小心的用刀將電池頭（即封口火漆）剝開一點，就可看見當中一根炭棒了。在鋅皮內圍，最初製成時是充滿了糊狀物（就是礮砂等物）現在因為日子一久，電池說是“用完了”，所以這糊狀物也就乾了。試把食鹽水沖到裏去*（使乾了的東西再變成糊狀），這時候，如果用小電珠來試試，小電珠也會發一些光的（雖遠沒有新鮮電池那樣明亮），這就表示這電池仍有電流在流過，於是我們說，電池復活了。

它的道理是不難明白的，原來上面所說的“電池用完了”這句話是指“外殼鋅皮腐蝕掉”和“內容物乾了”兩項條件而說的，祇要這兩個條件有一個成在，那末電池就不能再用。所以，倘如鋅皮尙未完全腐蝕掉而內容物倒先乾的話，那末把內容物弄濕後，仍可以暫時發生電流的，一直等到鋅皮完全腐蝕掉為止。所以，這種舊電池的復活！祇有在鋅皮尙未完全腐蝕時才能有效，否則，雖沖入大量鹽水或礮砂水也沒有用的，而且，復活後的舊電池，祇適宜電鈴等間歇的使用。我們試驗的目的，本來在於講明這個原理，並不完全要靠它來應用呀！

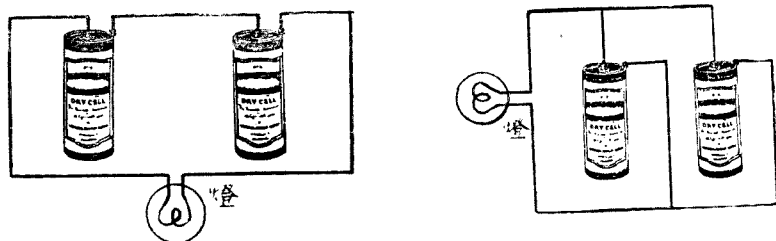
*如用釘子在鋅皮上打幾個小洞，再以鋅筒浸在盛礮砂水之大瓶中亦可。

45. 電壓

電流大小的試驗，我們已經做過一個了，就是用電流表指針轉動度數，來推知出電流的大小。

要使電流流動，就需要一種力量來推動它。電流的力量稱曰電壓（用伏脫 Volt 來表示）。正像水流一樣，水流有時急湍（如大瀑布），其水力就大，水流有時迂緩（如小河流），其水力就小。圓筒形電池中電壓的力量是很低的，大約每節祇有 1.5 伏脫。

我們買來的小電珠，上面都刻有，3 伏脫或 6.3 伏脫等字樣，這就表示要使這小電珠發亮必須要 3 伏脫或 6.3 伏脫的力量。於是用單個圓筒形的電池，顯然力量是不夠的了（因為只有 1.5 伏脫），那末怎樣辦呢？要解決這個問題，就祇有把幾個電池連接起來應用一法。例如小電珠上寫明了 3 伏脫，那末把二個電池連起來就成（1.5 伏脫加 1.5 伏脫等於 3 伏脫）。但電池的连接方法却不能弄錯，弄錯了電壓仍舊不能增加的。原來，電池和電池的连接方法有二種，一種是幾個電池的正極和正極連接起來，負極和負極連接起來（稱曰並聯），這種接法，電壓並不增大，祇是電量加大了，所以現在我們用不着。另一種接法是一個電池的正極和一個電池的負極接連起來（稱曰串聯），那空着的一正一負就接連到小電珠上，這種接法，電壓增大，3 伏脫的小電珠就會發亮了，其詳細接法如圖所示。（左）圖是串連，（右）圖是並聯。我們日常所用的手電筒，都是二個電池串聯的，它的串聯方法很是巧妙，即把後面電



圖三十九：電池的串聯和並聯

池的中心銅帽（正極）頂住前面電池的鋅皮筒底（負極）這樣，就用不着電線連接了。

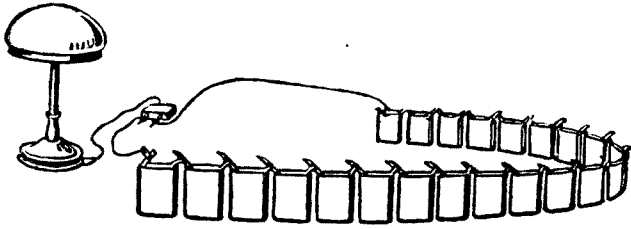
46. 電流和水流的比較

電子的流動稱曰電流，水的流動稱曰水流，這兩者有很相像的地方，因為水流是我們所熟知的，所以可用來幫助電流的理解。

水流需要一個場所，（例如水管或河牀），電流需要導線，水流從高的地方流向低的地方，兩者之間產生水壓。電流也從高電位的地方流向低電位的地方（例如鋅皮和礮砂作用時，產生的電位高，炭棒的地方電位低，所以就有電流從鋅皮到炭棒），——有高低電位相差，電流就產生。水流在光滑的管子裏或寬暢的河牀裏流過時，可以迅速通暢，電流在阻力小的導線裏或較大面積的導線裏通行時，所遇的阻力小故損失亦小。

47. 電燈電

我們屋中所點電燈的電，它的電壓就大得多了，試看電燈泡上註明的數字，有的是110 V（伏脫的縮寫），有的是220 V。這就是說要點亮這種燈泡必須有110伏脫或220伏脫的電壓。試想，我們如以小小圓形電池來點亮這電燈，那末要幾個電池呢？祇要計算一下就是了： $110 \div 1.5 = 73.3$ ，約需要73個（或74個）電池。七十餘個小電池的價格是很可觀的，用這許多錢來點亮一電燈，似乎太不合算了，所以必須另外設法一種比較經濟的電來才是。



圖四十：檯燈所需要的電池

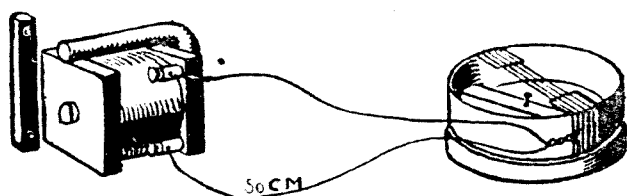
如果我們手頭有這許多小電池，那末也不妨試試看它的接法如右圖所示。每一個電池的正極接到鄰近電池的負極，再把首尾兩電池的正負極接到電燈上就是。這圖表示要用 22 個扁電池才可點亮 100 V 的燈（因為扁電池中有三個小電池）。反過來，如用 36 只 6.3 V 小電珠，串連後接在 220 V 電源，也會發亮，聖誕樹上的電燈就是這樣的。

48. 不用電池的燈

都市裏點燈的電流，大都不從電池產生的。那末我們另外有別種方法來取得電流嗎？對的，我們現在來研究它。

我們已經熟知線圈中通過電流時會有使鐵棒變成磁性這一事實，如果把它倒過來說，帶有磁性的鐵棒在線圈中轉動時，線圈上是否會有電流產生呢？會的。這好像是不可思議的，但事實却證明不錯。

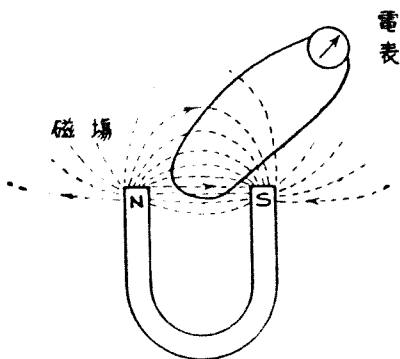
這個實驗裝置如附圖所示。方型物是一個線圈，中心插入馬蹄形鐵棒，把線圈的兩端和電流表連接起來。為使電流表不受線圈及磁鐵的感應起見，繞在表上的線應延長至 50 厘米光景（使兩線圈相接）。另外取一條棒磁鐵，驟然移近線圈的鐵心，於是注意連接的電流表，本來指針是靜止着的，這時表中指針會偏動一下，再將棒磁鐵移開，指針就向與



圖四十一：起電實驗

前反對方向偏動了。電流表中指動的偏動，就表示線圈中有電流流過。雖則，這電流是很微弱的，非但不能點亮小電珠，而且連指針的偏動，也是很小的。

另外設計一個像右圖的裝置：馬蹄形狀的東西是一條磁鐵，前面放一電流表，用一導線使兩端和電流表相接。試驗時先將導線左右移動，電流表上的指針並無任何影響，再將導線上下移動，則指針就會有偏動了，而且這偏動的方向，也是隨導線的移動前後不同而相逆的。這個實驗也就是表示：線圈（或一條導線）在磁場（所謂磁場，就是有磁性的地方）中運動時會產生電流這一事實。



馬蹄形磁鐵

圖四十二：磁生電

以上兩個磁生電的實驗，看似非常簡單，但却蘊藏着無窮的富源，現代的文明，一半可說由電氣所支持，而電的應用的發展，全基於這個磁生電的現象。

49. 什麼是交流？

由上面一節實驗我們看到電流表的指針，時而偏左時而偏右的擺動，這表示什麼意思呢？原來指針之所以會有偏動，乃因為導線中有電流經過的緣故，這電流的所以會產生，乃因於磁鐵棒移近或移開線圈的緣故（在後一個實驗，則是導線移前或移後）。由此，我們可以知導線中電流的方向不是不變的，而是一來一往的（它的表現就是電流表中指針的忽左忽右）。這種一來一往的電流，我們就稱為交流電。交流電的性質和電池中的直流電性質有些不同，直流電我們可以明確的指出它是由電源（或即電池）的一端（正極）流到他端（負極）的，用電流表接上去時，指針祇偏於一方，而交流電呢，却不能確定那一端是正極，那一端是負極，因為電流有時由一端流出，而一忽兒却由他端流出了。

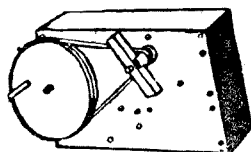
至於電流一來一往的速度如何呢？這要看磁鐵棒在線圈中移動速度（或線圈在磁場中轉動速度）而定了。電流的每一來一往，我們稱之曰一“周”，而“周率”則表示每秒鐘的“周”數。普通市上電燈電的周率是50（就是說，每秒鐘電流往來五十次）。以普通的意思來猜想，這每秒鐘往來50次算是快極了。但比這種周率還要高的電流却還很多呢！例如無線電發射機裏的電流，在我們廣播段裏，它的周率就達500,000周——1,500,000周呢！

有了這樣高周率的電流，它就具有另外一種性質了，這性質就是“向外發射”。原來電流雖仍在導線中往來流動，但它所產生的磁性却具有強力，能向外發射出去了。

50. 高速度的方法

一秒鐘要使磁鐵移動50次，好像是不可能的事，因為如果用手來做，誰也不能做得這樣快吧？於是祇得另想別法。

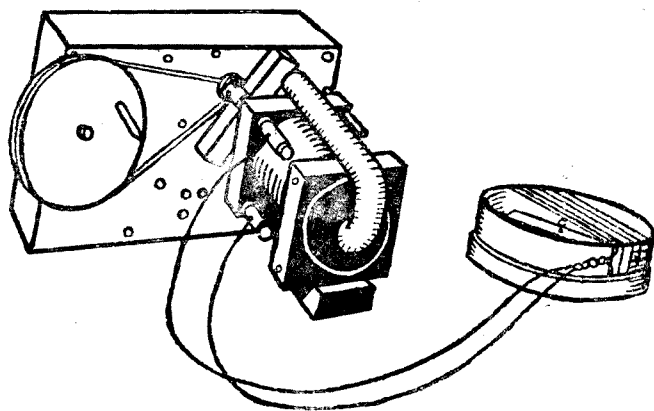
這種裝置如附圖所示。它的主要構造是大小二個輪盤，小輪盤上裝磁鐵棒，大輪盤上裝一把手，於是大小兩輪盤用橡皮帶連起來就成。這樣，大輪盤轉一轉，小輪盤就轉數十轉了，那末，裝在小輪盤上的磁鐵棒也跟着轉的很快了。



圖四十三：加速裝置

51. 小小發電機

之後，將塞有鐵心的線圈移近上面的磁鐵，應該注意的是磁鐵切不可和線圈相接觸，但兩者的距離，應使其極近（這樣，效力就佳）。

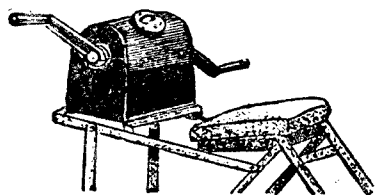


圖四十四：小小發電機

於是，用手握住大輪把手用力地搖，電流表上就會有電流流過的現象了（指針偏動）。因為我們所用的磁鐵是非常弱的，所以產生的電流也是很弱的。

52. 大發電機

至於實際應用的發電機，原理雖和上面一樣，但是裝置却完全不同



圖四十五：一只手搖的發電機

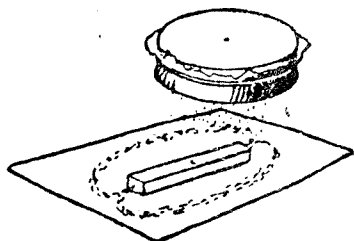
圈的兩個頭接出來，就有電流產生。

，普通的構造大概是外側是一個磁場（這個磁場有的就用本身所發的電流所造成，並不用大磁石或磁鐵），中有繞有很多線圈的發電子。應用時，使發電子在磁場中急速旋轉即可。線

53. 奇異的磁力線

上面所說的磁和電，我們都無法實際看到，祇好間接推知。例如電可以點燈是一個可以間接看到的實例。至於磁呢，除了它能吸引鐵質物外，尚沒有其他的試驗，這裏所說的就是一種可以“看見”的方法。

取一磁鐵棒，上覆一白紙。再用鐵粉從上面洒下（最好是用一盒子，蓋面用針刺洞，鐵粉就置於盒內，使用時，搖動盒子鐵粉就會漏下。）這裏有一件



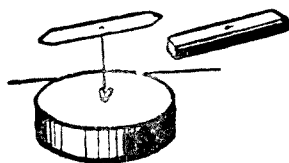
圖四十六：「可見」的磁力線

奇異的事情可以看到。飛到紙上的鐵粉，不但不雜亂無章，竟排成一條條行列。爲什麼會有行列呢？原因在於紙下的一條磁鐵棒。磁鐵棒的磁力通過覆在上面的紙頭而吸引鐵粉使鐵粉排成行列，這線就稱曰磁力線。換句話說，就是磁力所能及的地方。

54. 指南極和指北極

在第10節和第14節，已經講過磁石有兩極——指南極和指北極，現在再詳細討論一下。

作一個實驗如附圖所示，在架上的是一個磁針或磁片，使其可以自由轉動。靜止時，它一端指南，一端指北，另取棒磁鐵使一頭移近這磁針的指南極，之後再掉向移近指北極，那



圖四十七：磁性試驗

末我們可以看到奇異的現象，就是移近一極時，磁針和磁棒兩者互相吸引，掉向他端時，兩者互相推拒，這種現象，就是磁石有兩個不同性質的兩極的明證。

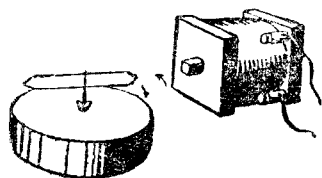
再將棒磁鐵腰上用線懸空掛着，那末它一端指南，一端指北。這樣，棒磁鐵兩端的磁性既明，就可推知當它移近架上磁針時，那相拒的兩極是什麼性質，相吸引的兩極是什麼性質。從實驗得到結論是：兩性質相同的兩極互相推拒，兩性質相異的兩極互相吸引。這種“同性相拒異性相吸”的現象，和靜電的性質完全相同（參閱第30節）。

55. 羅盤失效了

世界上的事情，有時候往往出於我們意料之外。譬如說羅盤罷，好像是我們頂忠實的侶伴了，它的一端永遠指着南，一端永遠指着北。但是有時候，我們却會上一個大當，如果在羅盤旁邊放一個強大的磁鐵，它的能力足以吸引羅盤中的指針，那末。這指針就不再正確地指着南方或指着北方了（直到這強大磁鐵移開羅盤而後止）。所以我們知道，雖正確如羅盤樣的東西，有時候也會靠不住呢！更不必說是別樣沒有信用的事物了。

56. 電磁鐵的北極和南極

一鐵棒插入線圈中，線圈通過電流之後，鐵棒就變為磁性了，那末這磁性是否也有南極北極的呢？有的，可用下面的實驗來確定。裝置如



圖四十八：電磁鐵指南極指北極

附圖所示一樣，祇要把已知極性的活動磁針移近線圈就好，看這磁針與線圈鐵棒是相吸還是相拒上之判定呢。倘然磁針是北極，而和鐵棒相吸，那末鐵棒這極必是南極，而和鐵棒相拒，那末鐵棒這極必是北極。

無疑，鐵棒的另一極就是北極了，因為同性相拒異性相吸。這時候，如果線圈中的電流方向變了，則電磁鐵的極性也變了。

57. 使磁鐵變弱為強

日積月累，磁鐵的磁性漸漸消失，補救的辦法，是用線圈來加強它。線圈中本來是插鐵棒的，現在以失效磁鐵代鐵棒而插入線圈中，通以電流後，失效磁鐵的磁性就會變強。但必須注意的是線圈的兩極（何端

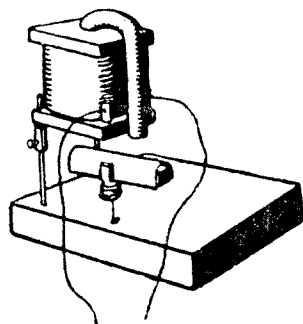
北極，何端南極）應先知道，這樣使失效磁鐵的北極和線圈的北極相合，南極和南極相合。否則，倘然失效磁鐵的北極到線圈南極的一端，通以電流之後，失效磁鐵的磁性就不但不會加強，反要完全消失了。

58. 磁性的消失

電磁鐵的磁性，全視線圈中電流而定，線圈中有電流通過，磁性立現，電流一斷，磁性立失，至於天然磁石呢，往往因日子一久，磁性漸失，至於人造的磁鐵棒或磁針可以用力槌擊或用火煨燒而使其磁性全失。普通說來，特殊鋼質物磁化後，其磁性較普通鋼磁化後較難消失。

59. 旋轉信號

現在裝一個有趣的試驗。取一條形磁鐵其外面用紙裹着，紙的一端塗上紅顏色，另一端塗上綠顏色。磁石中心用架架住，架下插一針，使其全體能夠在木板上旋轉；另外取一線圈（中有鐵棒），用兩桿支撐，恰使線圈和磁鐵相距約1厘米。（其詳細情形如附圖）。這樣，線圈中通電流時，線圈就形成一個電磁鐵，其磁性影響到下面的磁鐵，使磁鐵旋轉。其次，將電流兩端反接，那末磁鐵就逆方向而轉了。譬如最初紅色的一端在靠人身一



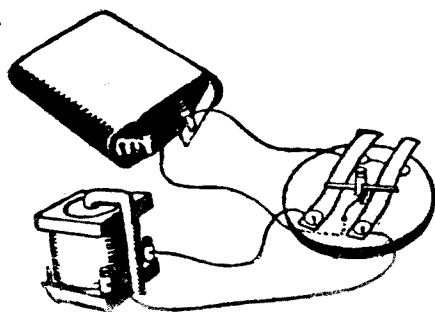
圖四十九：旋轉信號

面的，現在轉到對面去了，當電流反接時，紅色的一端就全沿原路回來。

鐵道上的信號裝置，就利用這個原理而製成。

60. 彈簧開關

取一圓形木板，上面用圖畫釘釘兩條彈簧銅片（或其他金屬片），木板中心釘一軸，軸上插一針，使和兩彈簧片相接觸，再將木板鑽一孔



圖五十：彈簧開關

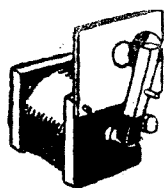
，以便電線穿過。於是將線圈的兩端用電線連接到彈簧的兩圖畫釘上，而電池的連接導線方法如下，一條電線接到兩彈簧昂起的下面，使兩彈簧的任何一個按下時可以和電線接觸，另一電線則穿過木板的孔而和中間一軸相接

。其詳細情形可參看附圖。試仔細思考一下，中心軸上的橫插的針既然和兩彈簧相接觸，就表示電池的一極和線圈的兩端都相通，所以當一條彈簧片按下時，電池此極就祇和線圈一端相通，而按下的彈簧片却接通電池的他一極，因此，線圈中就有電流流過了。同樣，如果換一個彈簧片按下，電流仍然會接通線圈，不過它的方向恰巧和前面相反。這樣一來，我們毋須把電池的接頭電線時時更掉，就可達到電流方向轉換的目的了。

61. 鐵道上應用的信號器

我們先在一棒狀磁鐵中央鑽一孔，然後用針將這磁鐵釘在線圈一隻

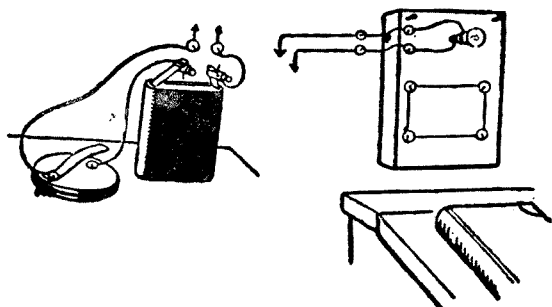
角上，不過應注意不可使磁鐵和線圈中插入的馬蹄形鐵棒發生接觸，且在磁石下端包一層紙，以避免馬蹄鐵棒和磁鐵互相吸引而遭不可分離，然後線圈上通以電流，依據電流方向的變換及磁性相吸相斥緣故，磁鐵或向馬蹄鐵棒左端或右端移動，如果在磁鐵上端貼一圓紙板，半塗紅色半塗白色，我們由大紙板圓孔中窺視。由於磁鐵擺動。忽而見到紅色，忽而見到白色，鐵路上信號器就利用這個原理而成。



圖五十一：紅白信號試驗

62. 信號燈

我們如照右圖裝置，雖相隔二地，一方可藉開關的動作，他方觀察



圖五十二：信號燈

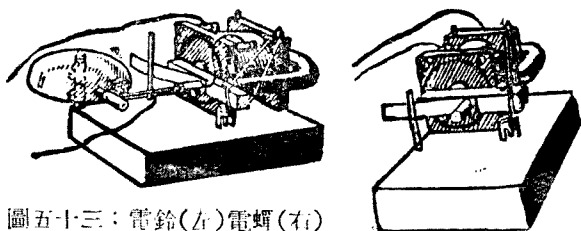
電燈發亮次數，互通信號。譬如，電燈發亮一次，表示準備外出，發亮二次，表示已歸來，諸如此類，可以隨意作許多信號。不過往往一方發出信號而他方未曾注意，所以非先

設法裝一惹起注意的發音東西不可，就是附裝一電鈴。

63. 電鈴

電鈴的構造並不很複雜，附圖是裝好後的情形。其裝置大概如下：

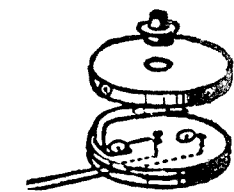
在木板上橫放一電磁線圈，在線圈前面放接極子，接極子和電磁線圈間要有相當距離，這接極子不會懸空吊着（因為電磁圈並未永久通着電流，故無磁性），可使它的右端用螺絲鉗在木板上，而能前後移動，再用橡皮帶縛住且和線圈相綑緊，使接極子的他端離線圈心較遠，並和另外一銅片相接觸。從電池來的電線（當然要經過開關，以便控制）一條直接電磁線圈上，一條接到擋持銅



圖五十三：電鈴(左)電蟬(右)

片的柱軸上，此外再用一導線連接銅片和電磁線圈的另一端，這樣，電流是可以完全流通的。當開關按下時，電流一通，接極子就被電磁線圈所吸而使銅片銅柱分離，但一和銅柱分離，電流也就中斷，電磁線圈的磁性消失，裝銅片的接極子因為右端有橡皮帶，故左端之銅片又彈到和銅柱片相觸的地方，如此，電流遂又通了。這樣，周而復始，附裝於銅片上的槌子，就把鈴敲打不停了。

64. 電鈴的開關



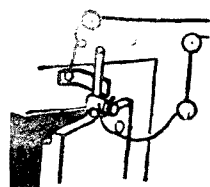
圖五十四：電鈴的開關

電鈴上用的開關，要取其簡便，所以旋轉開關或扳的開關不大適用，現在就試作一個撇的開關。這開關主要部分底座是一塊圓木，上圓覆一蓋，進入的電線和出去的線都用圖畫釘釘住，在左面一個圖釘上附一薄銅薄片，彎下來可以和右

邊圖釘相觸，圓蓋中心裝有巔子，就用來掀銅片的，銅片掀下時，兩接頭相連，電流就通了。

65. 門上開關

客人從門外進來，為使屋內的人注意起見，可裝一電鈴，但客人有時不掀電鈴而竟闖了進來，屋裏的人為驚覺起見，可祕密裝一個電鈴，而把開關裝在門上。裝置如附圖，祇是一條銅片（裝在門框上）一條銅柱（裝在門扉上），各連以導線就成，門一開，銅柱和銅片相觸。電流遂通了。

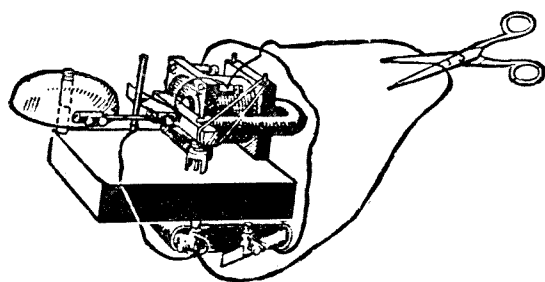


圖五十五：門上開關

66. 防賊裝置

精明的賊往往先在門外將電線割斷，防止電鈴作響聲，但是我們可以做一个裝置，它當電線被割斷時，反會發響的器具，此事頗為有趣，

不過却很簡單。



圖五十六：線斷時電鈴響

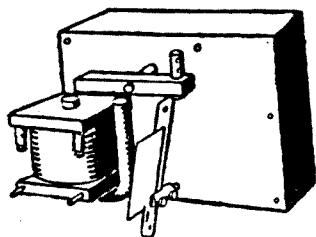
此裝置和前述電鈴則無差異，不過從電池另接一導線，直接到線圈上，使電磁線圈中永遠通有電流，則接極子的左端永通被吸住於線圈中心，電鈴並不作響，但倘此導線一被剪斷，則此裝置就變為和普通

電鈴一樣了，拚命發響，我們就可知曉了。

不過這種裝置，非常費電，乾電池也沒有多少時候可用，所以非在極其需要的地方（例如珠寶店、銀樓等）不大裝。或在夏天，將此電線檔在窗外，使賊來碰斷時，電鈴作聲。

67. 抽屜可會被人開啓了呢？

我們自己的抽屜總不希望被人開啓，如果在我們不在時候被人偷開了總覺到厭惡的。當你回家的時候，你一定要查着抽屜可會被人開過沒



圖五十七：抽屜裏的秘密

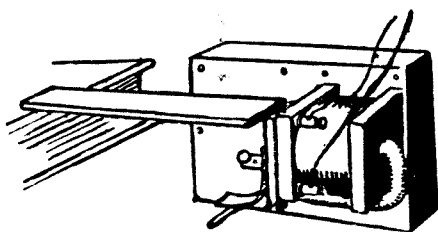
有，這樣我們可以裝一電氣設備，當抽屜被開的時候，預設的二根電線接觸，像門上開關一樣裝置，於是電流通過電磁線圈，電磁鐵吸引槓杆的一端，另一端向上，如此，本來被槓杆一端螺釘帶住的舌片就可以自由地往下倒落，此裝置裝在櫥側緣

上，舌片向下倒，我們就可發覺抽屜被抽動。

68. 秘密電鎖

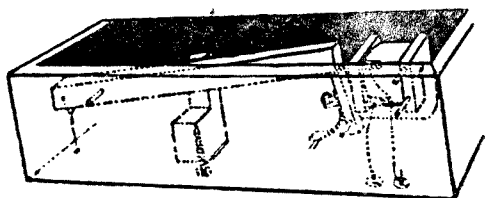
揪一下隱蔽的機關，抽屜才能開啓，我們常在小說上見到，諸位大概對這種秘密鎖躍躍欲試吧，這樣我們仍可應用電磁鐵來製成。

在接極子中央用螺旋旋上一



圖五十八：電鎖

銅片，同時將這銅片扭曲，使靠在左方釘上，並使接極子和電磁鐵之間保持4毫米的距離。用一根堅實的棒當作門，這棒釘在抽屜內側，門必須能夠上下自如，電磁鐵和接極子等也裝在抽屜內側，門的一端架在接極子上端，兩者的接觸面不得超過三毫米，當抽屜關閉時，務使這堅硬的棒能夠撐住抽屜使拉不開，當我們要開這抽屜時，祇需電磁線圈上通電流，



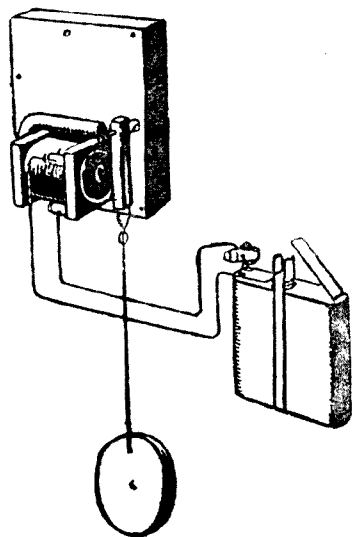
圖五十九：電鎖實體圖

接極子被吸，門失去憑架而落下，必須注意的是將電線隱在不易被人發覺的地方才是，或試驗時，用一本書當抽屜，如圖所示。

69. 電鐘的原理

我們都知道，鐘必有擺錘和發條（彈簧），由發條牽動擺錘，鐘才“走”。同時我們也往往見許多電鐘掛在公共場所，電鐘的擺錘是由電氣引動的，在這裏我們來做一下試驗。

牆上釘一塊板，電磁鐵前面裝一接極子，接極子上吊一條長約一米的細帶，細帶下端掛一錘（鐵的或木的）。當它擺錘，然後在電磁鐵上通以電流，這擺就開始往復運動了。這種鐘雖不能報時，然可以擺



圖六十：電鐘

線之長短來做打拍器。

70. 發出咯的一聲

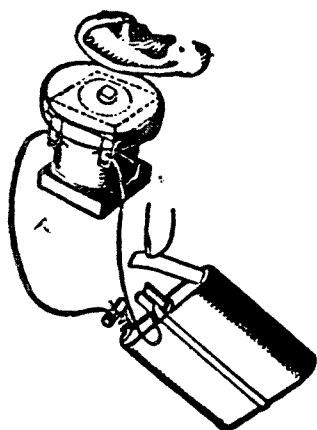
我們用槌敲破胡桃殼時，它必會發出咯的一聲，現在這裏就利用電來發出“咯”的一聲。

我們已熟知電磁鐵能吸引各種鐵製品，當然它也能吸引鐵罐的蓋了。

如圖中所示，電磁圈中插入一接極子，周圍用火柴梗塞緊，使位置固定而不靠攏線圈內壁，但須注意此鐵棒頂端要比線圈上端平面低 $\frac{1}{2}$ 毫米，使罐蓋上像帽子，戴在線圈以上，電磁圈一通電後，就可聽到微微的一

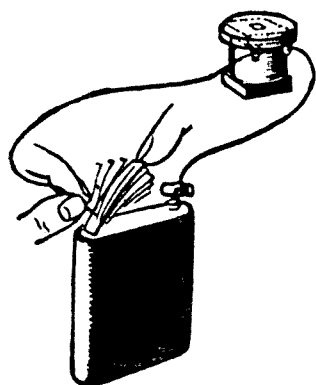


圖六十一：線圈上的帽子



圖六十二：發出咯的一聲

聲——“咯”。試想這是什麼道理？



圖六十三：振動板的聲音

71. 馬口鐵發出滋滋聲

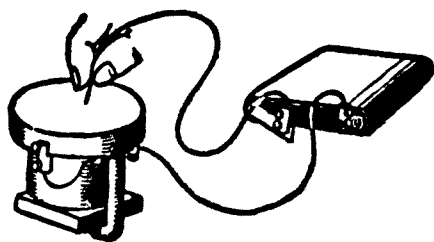
用手撥彈電池上彈性銅片，銅片開始振動，然後手中握着導線頭很鬆弛地湊上振動着的銅片，不可壓得太緊，太緊了振動就會停止，使有極微的接觸，這樣，接觸點就生許多火花，而上面所製的發音裝置上可聞得

滋滋聲，這是因為銅片繼續振動，線圈中的電流也時繼時續，而且極快同時罐蓋也一忽而被吸一忽而不吸，於是出滋滋聲了。

72. 汽車上的喇叭

汽車的駕駛盤上有一電鈕，按下這電鈕時就有很大聲音從喇叭中發出，這是怎樣的設備呢？原來在這喇叭中有一電磁鐵，它前面裝一極薄鐵片，完全和前面實驗裝置一樣，所不同者不過是隨着鐵片的振動，電流自動的忽斷忽續，我們不妨來作一小型試驗。

在薄鐵皮邊緣上裝上二個接線柱，用電線連接線圈，這樣電池的一極接線圈其另一極和薄鐵皮中央接觸時，就發出滋滋聲。



圖六十四：汽車上喇叭裝置

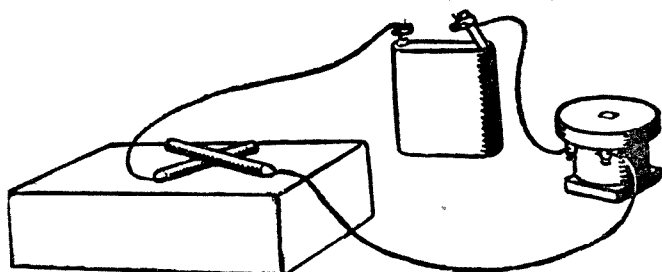
汽車的警笛裝置中磁力更強，電流也大，所以聲音也大。

73. 炭精棒產生妙音

本實驗需要二根炭精棒，可將用完了的乾電池外皮剝去，取出裏面的炭精棒，必須注意的是將電池中取出的炭棒應先洗去附着物，並且使其乾燥才可應用。一棒用電線與電池相連，另一棒用電線與收音裝置相連，然後使收音裝置和電池相連完成一電路，所謂收音裝置就是前節的東西。將炭精棒重疊着放在香煙盒上，用手指輕輕搔動煙盒時，收音裝置上就可以聽到手指搔動的聲音，如果炭精棒換質地細緻之炭精片，則

雖聲音極微，也可以聽到。這種裝置，稱曰微音器。

注意，此種香煙盒有時候紙張太厚，致効力不佳，可以自己用輕柔的紙糊成相同的形狀即成。



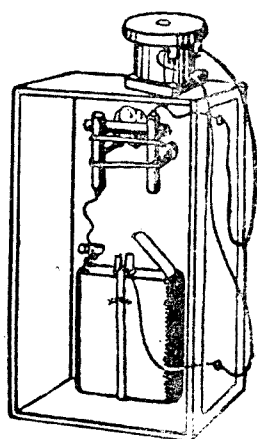
圖六十五：炭棒發出聲音

74. 錶的聲音

試將炭精棒裝在盒內，其旁放一隻錶，那末錶的滴滴走動聲音，也可在受話器中聽到。我們或者要以爲錶的聲音直接鑽到我們耳朵裏，那末可以將微音器和受話器分開兩個地方安置，試試成績如何。

75. 初步的電話

在一小紙盒底上開兩個孔，二孔相隔三釐，孔中由外旋入兩個螺絲，這兩個螺絲應相當牢固，兩個螺絲間圍繞一橡皮帶，使可綑住橫架在螺絲上的兩個炭棒。再置第三根炭棒橫在兩炭棒之下，又用絨線或棉絮填著此棒，使其



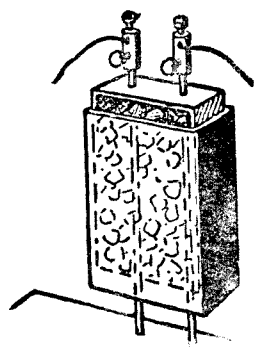
圖六十六：簡單的電話

不會掉下並且還有彈性。電線接法如圖所示，

受話裝置可搬到鄰室，請一位朋友去聽。當按下電鍵，電流通了時，面向此盒說話，則盒底就起振動，此正與手指觸它一樣，因盒底振動就引起炭精棒的振動，於是就有連續的振動電流傳到受音裝置內，受音裝置的薄鐵片也跟着振動，我們就可聽到講話的聲音了。這是最簡單的電話。

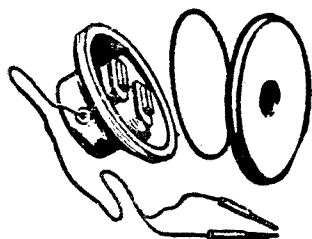
76. 改良後的微音器

利用火柴盒可以製成一個精美的微音器，很是便利，火柴盒中通入二根針，針上通以電線，以便接電池和受話器，盒中滿貯炭精屑，此炭精屑要相當細，可將炭精棒敲散研細而得。說話時，面對火柴盒，盒中炭精屑就生振動，電流的通過就生影響，故能使受話裝置發生聲音來



圖六十七：改良後的微音器

77. 精美的受話裝置——聽筒

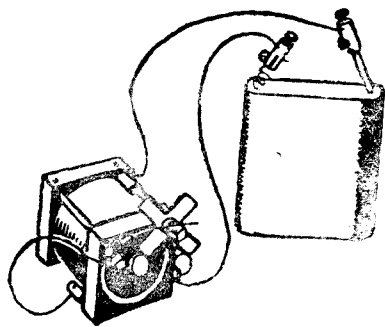


圖六十八：聽筒

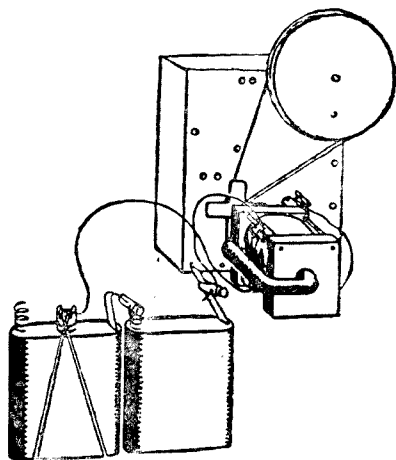
附圖是一隻聽筒，它的蓋已經旋開了，裏面是一塊薄而圓的鐵片，鐵片下是二塊磁鐵，磁鐵外面繞有線圈，當電流通過線圈時，因電流的強弱不同，就使磁鐵的磁性更強或稍強，故圓鐵片也隨起振動，我們可以聽到聲音了。

78. 電動機

電動機就是將電能變為動能的一種裝置，電動機在工業上應用非常廣大，幾乎沒有一個工廠可以省得了的。這裏也可以作一個小小的試驗。在線圈上鑿一孔，可插入一軸（鐵絲製），另外製一十字形（鐵片製成）電動子製在軸上，可以自由轉動，這電動子應位於電磁鐵心兩腳之間，鐵心與電動子之距離為 1 毫米，這樣可不受阻礙而能運動。又，恐怕鐵心露在外面的腳會上下移動而使與電動子距離不準，可用楔形木片塞在鐵心與線圈之間來防止之。電動子左方裝一螺絲帽，其螺絲上繞電線但裸二厘米光景，使和電動子四瓣水平地輕輕接觸。兩電池的接法如下：一條接在電動子軸上，一條接在線圈上，而左方螺絲帽和線圈的另一頭也相通，這樣；電流流過電動子軸而到達電動子四瓣，因四瓣不斷



圖六十九：小小電動機

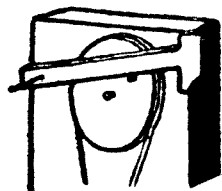


圖七十：傳動裝置

地和左方的螺絲相接觸，電流遂由此到達線圈，而回至電池。線圈既有電流通過，即生磁性，感應電動子使其旋轉。如起初不旋轉，可用手指撥一下試試，就會轉了，但因為電力很小以及裝置很是粗糙，而旋轉的情形並不佳良，但原理却可明白了。

79. 電動機的應用

用兩個電池串連起來，接到電動機上，則電動機的轉動力稍稍增強。用橡皮帶把轉動軸和另外的大輪連起來，則大輪也帶着轉了，試注意轉動軸旋轉多少次大輪才旋轉一次。這種裝置稱曰“傳動裝置”到工廠裏一看，上上下下全是皮帶，拖在一只電動機上。



這裏還可以做一電槌試驗，裝置法如附圖，大輪每旋轉一次，槌就向上敲一次。

圖七十一：電槌

