

基 本 電 學

(供教學參考)

編 號 0010

重 慶 軍 區 防 化 學 處 編 印

一 九 五 五 年 二 月

244.7

26

課目：導體絕緣體和靜電感應

目的：使學員了解摩擦起電，導體和絕緣體（電介質）半導體，氣體的導體，及簡單的驗電器，靜電感應現象。

時間：2小時。

器材：絲巾二塊、膠木棒及玻璃棒各二根，箔片驗電器二個，金屬連接桿一個，酒精燈或火柴一，絲線若干。

方法：講解與實驗相結合。

內容分配：

- 一、摩擦起電……………20分鐘
- 二、兩種電荷……………15分鐘
- 三、箔片驗電器……………20分鐘
- 四、導體和絕緣體……………15分鐘
- 五、靜電感應現象……………25分鐘
- 結 論…………… 5分鐘

講解內容：

一、摩 擦 起 電

在日常生活中，我們有時用自來水筆的筆桿在手帕上或衣服上摩擦一個時間以後，摩擦的一端就可以吸引很小的紙片，和通草球一類的輕小物體，其他像用皮毛摩擦硬橡膠，綢子摩擦乾淨的玻璃棒，也能吸引輕小的物體，就是用乾的手指甲摩擦乾燥的紙以後也有這種性質，物體有了這種能吸引輕小物體的性質，就

說它帶了電，或者說有了電荷，用摩擦使物體帶電的方法叫做摩擦起電。

現在我們可以做以下的實驗來看一看。

取膠木棒和玻璃棒各一根，絲巾兩塊，其他小的碎紙屑一些，用絲巾和膠木棒摩擦一些時間後，將膠木棒摩擦的一端放近小的碎紙屑就可以看到紙屑都吸到膠木棒上去，用玻璃棒同樣方法做一次，也有同樣的現象，這就說明膠木棒和玻璃棒都因摩擦而帶了電。

這種現象在日常生活中很多，如在天氣乾燥時，用賽路路梳子梳乾淨頭髮後，用這個梳子靠近小碎紙屑，也有吸引的現象產生。

二、兩種電荷

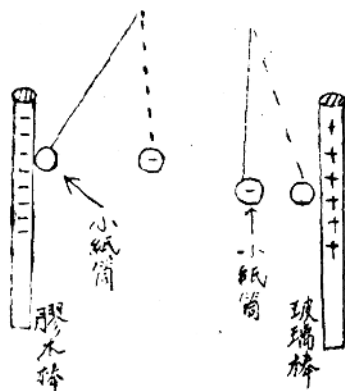
如用絲巾摩擦兩根膠木棒，把一根用絲線吊起來，拿另一根去靠近它，可以看到兩根膠木棒互相推斥，再用絲巾摩擦玻璃棒後，將它靠近膠木棒（吊在絲線上的）膠木棒和玻璃棒就有了吸引的作用。

這說明帶了電荷的物體有的彼此推斥，有的彼此吸引。推斥的作用是因為帶有相同電荷的關係，吸引的作用是帶了不同電荷的關係。我們把玻璃棒上帶的電荷叫正電荷（陽電荷）符號為“+”，膠木棒上帶的電荷以負電荷（陰電荷）符號為“-”。

實驗證明所有其他物體，不論用什麼方法帶電，所帶電荷或者和玻璃棒上的電荷相同為正電荷，或者和膠木棒上的電荷相同為負電荷。

現在來做一個簡單的實驗方法說明。

拿帶着負電荷的膠木棒去靠近吊在絲線上的小紙筒（如圖）小紙筒先被吸引過來，接觸以後，立刻又跑開，這是因為小紙筒和膠木棒以後得到了和膠木棒上同樣電荷的緣故，因互相推斥作用而跑開，如果再用帶正電荷和玻璃棒去靠近小紙筒，可以看到



它又會被玻璃棒吸過來，這是因為小紙筒上帶有負電荷的緣故，因此電有二種一種是正電，一種是負電，同性相斥，異性相吸。

三、驗 電 器

驗電器是一種檢查物體是不是帶電和電有那一種電荷的儀器，還可以檢查帶有電荷的二個物體的那一個帶電多，那一個少。現在我們來介紹一種常用的箔片驗電器，它的構造是這樣的，一根金屬棒，上端按着金屬球，下端帶有兩條很輕的金屬箔片，金屬棒穿過絕緣體的瓶塞，固定在有玻璃窗的金屬瓶裏，有金屬球的一端露出在瓶的外面。

其檢驗物體是不是帶電的方法很簡單，只要把物體和金屬球接觸一下就行，如果物體帶電，那接觸以後，下端的金屬箔片就會張開，如不帶電，箔片仍是下垂。

檢驗物體帶有那一種電的方法是這樣的，先使驗電器帶正電荷（或負電荷），然後把我們所要檢查的物體慢慢接近驗電器，如電荷相同，那箔片張開角度增大，如果角度減小，即說明帶有不同的電荷。

如果要知道帶有電荷的兩個物體，那一個帶電多，祇要先將

一個接觸驗電器，看清箔片張開的角度後拿開，用手指觸一下金屬球使箔片下垂後，再將另一個物體接觸驗電器，看清箔片張開的角度，二個角度比較一下，那一個大就是那一個帶電多。

四、導體和絕緣體

取二個驗電器，讓一個驗電器盡可能的多帶電荷，使金屬箔片張開的角度越大越好，然後用一個帶有膠木棒柄的金屬連接桿，將一個帶電的和另一個不帶電的驗電器連接起來，可以看到帶電的金屬箔片張開的角度就變小了，證明它的電荷少了。另一個不帶電的箔片張開了，證明它現在有了電荷，這很明顯帶電的驗電器上的電荷，通過了金屬的連接桿而跑到另一個不帶電荷的驗電器上去。

如不用金屬連接桿而用膠木棒（或玻璃棒）代替接連桿，連接二個驗電器，那帶電的箔片角度不會減小，不帶電的箔片不會張開，這說明膠木棒（玻璃棒）是不能夠通過電荷的。

從以上實驗知道有的物體能通過電荷，我們就叫它為導電體或導體，不能通過電荷的物體叫絕緣體（電介質）。

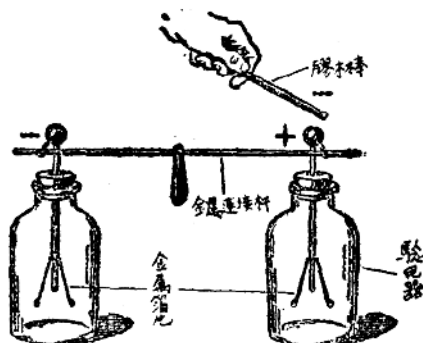
好的導體有各種金屬、人體，及各種鹽和酸、鹼的溶液，好的絕緣體有硬膠木棒、乾淨玻璃、松香、石臘、油類、絲線、瓷器等，另外還有一類具有微弱導電能力的物質，叫半導體，如酒精、樹木、紙張、稻草、石板等。

氣體在普通情況下，不能導電，所以也是絕緣體，如果能從外面給氣體一些作用也可導電，但這是暫時的，外加作用停止，導電作用也就停止，例如把火柴或酒精燈火焰移近帶電的驗電器，金屬箔片就會下垂，如移開火焰後，再使之帶電，箔片又會重新張開。

五、靜電感應現象

如果把帶電的玻璃棒慢慢靠近驗電器還沒接觸，金屬箔片就

張開了。這說明驗電器已帶了電，如把玻璃棒拿開，箔片又會合攏來，這是驗電器沒有了電，驗電器的電荷從那裏來，又跑到那裏去了呢？現在用連接桿，把二個驗電器連起來，拿一個帶負電荷的膠木棒去靠近其中的一個，可以看到兩個驗電器上都帶了電，箔片張開。（如圖）如把膠木棒拿開，又不帶電了，如果先把



連接桿拿開，隨後再拿開膠木棒，可以看到驗電器上都帶有電荷，再用連接桿連起來，就又不帶電了。

以上的實驗說明了什麼問題呢？因為把帶負電的膠木棒靠近一個驗電器的金屬球時，金屬球上就產生了正電荷，而另一個金屬球上產生了負電荷。所以二個驗電器上的箔片都會張開，如把膠木棒拿開，兩小球上的“+”“-”電荷發生中和而消失，所以都沒有帶電了，這種現象叫做靜電感應。如先拿去連接桿，後拿走膠木棒那二個小球上的“+”“-”電荷沒有導體不能起中和作用，所以仍舊帶電，如用連接桿連接，那電荷立即中和而消失。所以用這種起電的方法，稱為感應起電。

上面的解釋還可用實驗來證明，在連接桿拿開後的二個帶電的驗電器上，用帶正電的玻璃棒，分別靠近可以看出來，原來離膠木棒遠的那一個上的箔片角度減小，近的一個角度增大，這證

明近的是帶正電，遠的帶負電。

結論：有些物體經過摩擦以後，就可以帶電這種使物體帶電的方法叫摩擦起電，電荷有兩種一是正電荷，符號爲“+”，一是負電荷，符號爲“-”，電有同性相斥，異性相吸的作用。

驗電器是用以檢查物體是否帶電，帶的是那一種電和帶電量多少的一種儀器。

物體能够導電的叫導體，不能導電的叫絕緣體（電介質），導電力量很弱的叫半導體，氣體一般是絕緣體，但加某種外力後就爲導體。

帶電體靠近絕緣的不帶電的物體，能使其產生電荷，這就叫靜電感應，利用靜電感應使物體帶電的方法叫感應起電。

導體，絕緣體，和靜電感應作業附件

(作教學作業參考)

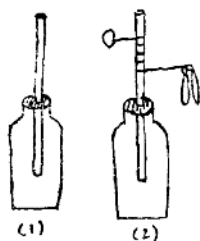
這個課目時間是2小時，其中分爲5節來講，在第一節摩擦起電中應做實驗來說明問題，做實驗時，膠木棒和玻璃棒，都要擦得很乾淨，尤其是玻璃棒必須光滑清潔，否則要摩擦很長的時間，另外絲巾用時不能亂用，擦膠木棒的就始終擦膠木棒，如用一塊絲巾同時擦二種棒，其中一個生電的時間一定要慢一些。做這實驗時，如有時間多，可給學員自己做一下，或者叫學員拿自己的自來水筆在手帕上（或衣服上），摩擦一下來吸引小紙屑。（玻璃棒的一頭要用火燒成圓形，玻璃棒要粗一點，上面不光滑可在大火上燒一下，摩擦時注意不要弄斷）。

第二節兩種電荷，前面講的一段，實驗亦可以做，但必須要有個助手先將器材準備好，這個實驗摩擦時間要長一些力要大一些，否則實驗不靈敏，最好畫上一個圖來說明問題，做實驗前必須先做幾次試驗試一下，如不靈敏可用圖來說明，下面一個簡單實驗方法很靈敏，小紙筒可用光連紙捲一個小紙筒，內部要空的，這樣重量不大，紙筒上要用絲線吊在一個像Γ形的玻璃棒上面，玻璃棒要用一個果西把它固定起來，注意小紙筒不能太長亦不能太短，約2—3厘米筒的內徑不能太大或太小，約0.4厘米左右。

第三節驗電器在這節中做實驗有三個，一是驗電，二是驗帶那一種電，三是驗帶電的二種物體那一個電量大，驗電時一般應用膠木棒較好，因它摩擦生電較快，和金屬球接觸後，如箔片不開張，可再用力摩擦，接觸金屬球時可將膠木棒在金屬球上輕微前後的摩擦一下，箔片就會張開，注意手只能拿住絲巾的一面摩擦，摩擦時手不能碰摩擦部份，否則摩擦出來的電會被手導電而

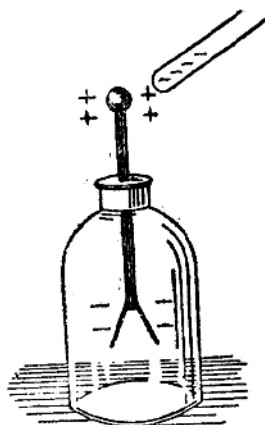
跑走，在做第二個實驗時，最好亦先用膠木棒帶電，一次不行二次，驗電器帶電後可用另外一個膠木棒（帶電）或玻璃棒（帶電）慢慢的靠近，做第三個實驗時可用二個膠木棒來比較。

注意：如驗電器損壞或不能用，可以自己做一個，方法是這樣的，找根乾淨的玻璃棒把它固定在普通瓶上如圖 1，再用一根較粗的銅絲繞在玻璃棒上如圖 2，將右面的一端銅絲變成一個圓環，左面銅絲上面用細銅絲做二個小圓環固定在粗銅絲上，細銅絲的圓環上可固定二條箔片（用香煙中的包煙錫紙）即可，實驗時祇要將膠木棒接觸粗銅絲圓環即可。



在第四節導體與絕緣體的實驗中，驗電器上的電要帶得越多越好，所以用膠木棒一次不大，可用二次或三次。在說明導體與非導體還可以用電燈用的花線來說明，在線內銅絲是導體，外面包的橡皮及線是絕緣體，所以兩根電線繞在一起沒有問題。

第五節靜電感應現象，在做實驗時電量越大越好，所以摩擦膠木棒的時間越長越好，力越大越好，最好在講課時有個助手在旁邊準備好，並注意兩點，一是膠木棒要慢慢的靠近一個驗電器上的金屬球而不是接觸，如箔片張開角度不大，可將膠木棒稍微前後移動一下，另外在說明感應起電時實驗中拿去金屬連接棒要迅速，如此實驗不靈敏，用下面的方法亦可以，取一根帶負電的膠木棒靠近一個驗電器如圖因靜電感應帶了電，金屬球為正極，箔片處為負極而張開，如拿去棒木膠“+”“-”兩極中和而消失電荷，所以箔片又下垂，如不先拿去膠木棒，而用手指在金屬球下面的金屬棒上稍接觸一下，使箔片下垂，再拿開膠木棒，看到箔片又會重新張開，這是說明感應起電，因用手指接觸一下，箔片上的負電荷通過人體跑了，祇留下金屬球上的正電荷，所以一拿



去膠木棒，整個驗電器帶了正電荷，所以箔片又張開了。

以上各個實驗因器材的靈敏度及操作方法不好人數多不大看得清楚，所以教者可以在複習時組織小組，在輔導中輪着做一
次，使領會作用體會講解內容。

課目：電流及其現象

目的：使學員初步了解什麼是電流，電流效應，電流強度，電表，發電機和乾電池。

時間：2小時。

器材：原子模型掛圖一張

電磁鐵一個

電表模型一個

發電機模型一個

乾電池一節

解剖的乾電池一個

方法：講解及實驗相結合。

內容分配：

一、什麼叫做電流……………30分鐘

二、電流的效應……………20分鐘

三、電流的強度及測量電流的單位…………20分鐘

四、什麼是電表……………10分鐘

五、發電機的簡單介紹……………10分鐘

六、乾電池的簡單介紹……………10分鐘

講解內容：

一、什麼叫做電流

我們知道一切物質都是由分子構成的，分子又是由原子所構

成的；原子也不是最小的質點，還能夠分。現在我們知道，原子的中心有一個核，叫做原子核，原子核（氫原子除外）又是由帶正電的質子和不帶電的中子所構成的。原子核外又有帶負電的電子在繞着轉動。質子和電子雖然所帶的電荷不同，但二者的電量却是相等，因此對外不顯電性。

但是有些物體帶了電是怎麼一會事呢？那就是比較複雜元素的原子裏，各個電子距離原子核並不一樣遠，有的近些，有的遠些，距離原子核遠些的電子受原子核的吸引力比較小，用摩擦的方法或別的原因會使這些電子脫離自己的原子跑到另外的物體上去，這時原子因失去電子，質子數就多於電子數，因而帶正電而另物體因增加了電子而帶負電。

例如用毛皮摩擦硬橡膠棒，硬橡膠棒上所帶的負電，就是由毛皮上跑過來的電子。毛皮上既然少了電子，那麼也就顯出帶正電的現象了。而且二者所帶的電量是相等的。

帶有負電荷物體的電子，通過導體流向帶正電的缺少電子的物體上，這種電子的流動就叫做電流。

二、電流的效應

我們知道電的用途很大，它的這些用途，都是由於電流會發生幾種效應而得來的。電流通過導線會發生熱效應，磁效應和化學效應三種。現在我們來介紹一下熱效應和磁效應。

1. 熱效應：

電流流通過導體時發生熱的現象，叫做電流的熱效應。

在日常生活裏，我們利用電流熱效應的地方很多，電燈就是電流通過導線到燈泡內產生熱而發光的。電爐電熨斗等也都是利用電流的熱效應來製成的。

2. 磁效應：

電流使磁針受力發生偏轉的現象就是電流的磁效應。磁和電雖是兩種東西，但二者有密切的關係，磁可以產生電，電也可以

產生磁，電鈴，電報機等都是利用電流的磁效應來製成的。

現在我們可以做一個實驗，來說明電流的磁效應：取電磁鐵一個，鐵板一塊或鐵釘一根，電池一節，電磁鐵在沒有通電的時候，它不能吸起鐵板或鐵釘，但是如果通了電流，它就能夠把鐵釘吸起來，這證明電磁鐵在電流通過時而產生了磁效應。

三、電流的強度及測量電流的單位

1. 電量及其單位——庫侖。

物體上所帶電荷的多少，叫做電量。

測量電量的單位叫做庫侖。1庫侖等於30億靜電單位。

2. 電流強度及其測量單位——安培。

假如在同一時間內，從一根管子流出的水愈多，那麼它的作用也愈大。電流也像水的例子一樣，同一時間內，從導線上通過的電量越多，電流的作用也越強。我們把每秒鐘從導線上通過的電量叫做電流的強度。

測量電流強度的單位是安培。

1安培就是每秒鐘從導線上通過1庫侖電量的電流強度。導線上電流如果是2安培，就是每秒鐘通過的電量是2庫侖；如果是10安培就是每秒鐘通過的電量10庫侖。

因此：

$$1 \text{ 安培} = \frac{1 \text{ 庫侖}}{1 \text{ 秒}}$$

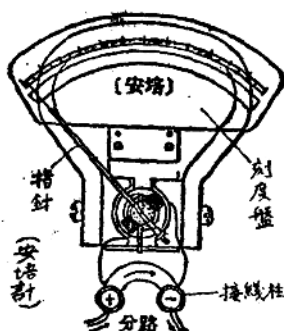
$$\text{或者 } 1 \text{ 庫侖} = 1 \text{ 安培} \times 1 \text{ 秒}$$

實用上，安培這個單位有時嫌大，比安培小的單位裏常用到的是毫安培，1安培=1000毫安培。

四、什麼是電表

測量電流的儀器就叫做電表。電表有很多種，現在我們介紹一下安培計。

安培計就是把刻度盤上直接刻上安培數的電流計（電表）



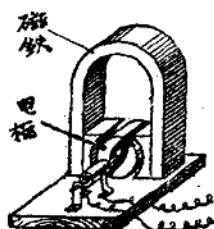
安培計是用來測量電流強度的，它的原理也是利用電的磁效應而製出的。有一種比安培計小一仟倍的電表叫做毫安計簡稱毫安。

安培計所能通過的電流是有一定範圍的，因此在使用以前應該先用已經連好電池的電路兩頭試觸安培計的兩個接線柱，如果指針轉到刻度盤上最大安培數的外邊去，這就是電流太大的表示，這樣就不能把安培計接上去了，免得因電流太大而把它燒壞，應該換用一個電流範圍比較大的安培計。

五、發電機的簡單介紹

發電機就是利用電流的磁效應來發出電的。在一個磁鐵中間有一個繞有線圈的電樞在不停的轉動而發出電來。

發電機有直流發電機和交流發電機兩種。電流的方向向一定方向不變的叫做直流發電機。電流的方向來回



改變的叫交流發電機。

六、乾電池的簡單介紹

手電筒裏用的電池就是乾電池，拿一節用過的乾電池拆開，就可以看到它像下圖的樣子：

在它的外面是一個硬紙筒，拿去紙筒，有一個金屬鋅做的圓筒，這個圓筒，一方面可做電池的容器，一方面又是電池的陰極。圓筒中間立着一根黑色的碳棒，那是電池的陽極。圓筒內襯着一層吸水紙，紙上吸飽了化學藥品。其餘空的地方填滿了二氧化錳和碳粉的混合物，最上面用一層瀝



青或火漆封閉起來。碳棒露在外面，爲了不使它損壞，所以給它蓋上一個小銅帽。乾電池所以能够產生電，就因爲裏面化學藥品起了化學作用的原因。

附 錄

自製交流發電機模型的方法

馬蹄形磁鐵一個，用來產生磁場。

木板一方，用來安裝機件。

圓木塊一小塊，做成工字形，大小要使它能够在磁鐵中自由轉動才好。木塊中間穿一根粗鐵絲作為轉軸，再用銅片做兩個軸承，釘在木板上。線圈繞在工字形的木槽中。匝數愈多愈好，線的粗細聽便。留出兩個線頭，預備銲到兩個銅環上去。這個繞好線圈的轉動部分，叫做電樞。

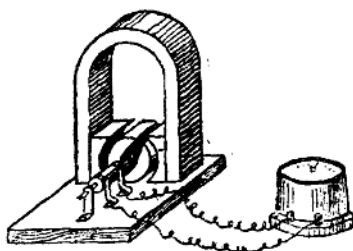
鋸一小段毛筆桿，嵌在鐵絲軸上，要嵌得緊密。另外用銅片製成二個環，大小要剛好套在筆桿上不會滑動，這兩個環叫集流環，剪兩片軟銅片（要稍有彈性的）彎成 L 形裝在木板上，使能和二個集流環緊密接合這個裝置叫做電刷。

製成以後把馬蹄形磁鐵跨在電樞上，從二個電刷各接出導線



通到電流計如圖：做好後應仔細的檢查一遍就可以做實驗。

做實驗的方法祇要將手轉動電樞的軸，就可以看出電流計上指針的移動，這說明有了電流通過。



課目：電壓、電阻及歐姆定律

目的：使學員了解電動勢和電壓的造成及其測量的單位（伏特）電阻及其測量單位（歐姆）熟悉歐姆定律的計算方法。

時間：四小時。

器材：自來水原理裝置一套燒杯一個，鋅筒一個，碳棒一個，氯化銨溶液一些，二氧化錳一些，電燈泡2.5v幾個，導線一些，發電機模型1個，花電線一米，1.5伏特電池3—4個，碳質電阻一個。

方法：講解與示範相結合。

內容分配：一、電動勢和電壓的造成 60分鐘
二、部份電路上電壓的出現及電壓測量的單位30分鐘
三、電阻及其測量的單位 40分鐘
四、歐姆定律 40分鐘
五、習題 20分鐘
結 論 10分鐘

講解內容：

一、電動勢和電壓的造成

電流的產生是因在導體的兩端存在着不同電勢的關係，一端是電勢高的正極，一端是電勢低的負極，高的正極有向低的負極流動的傾向，這種傾向的大小，我們就叫它為電動勢，兩個電勢