



簡單的電現象

黃世知著

中國青年出版社



簡單的電現象

黃世知 著

內 容 提 要

電幫助了我們做許多工作，也改善了我們的生活狀況。它是人類的好朋友。可是，我們的肉眼却從來沒有看見過它。這本小冊子會告訴你，人類是怎樣發現電的，電有幾種，物體為什麼會發生帶電現象，天空中的雷電是怎樣形成的，等等。內容跟初中課本結合得很緊密，說理比較系統詳盡，使沒有電學方面知識的人看了，也會對電有一定的認識。

書號 832 數理化 79

簡單的電現象

著 者 黃 世 知

青年·開明聯合組編

出 版 者 中 國 青 年 出 版 社

北京東四12條老君堂11號

總 經 售 新 華 書 店

印 刷 者 北京中國青年出版社印刷廠

開本 787×1092 1/32

一九五五年十一月北京第一版

印張 1 7/16 字數 26,000

一九五五年十一月北京第一次印刷

定價 (7) 一角六分

印數 1—10,000

北京市書刊出版業營業許可證出字第036號

目 次

一	我們一定要認識電	1
二	電是怎樣發現的？	3
三	兩種電	4
四	電走路也要找道兒嗎？	7
五	進一步研究摩擦起電	10
六	摩擦為什麼會起電？	12
七	用電子學說來解釋導體和絕緣體	17
八	感應起電	18
九	為什麼會感應起電？	22
一〇	導體上電的分布	25
一一	尖端放電現象	28
一二	火花放電現象	31
一三	幾種簡單的起電儀器	32
一四	大自然裏的電現象	35
一五	大氣電是怎樣產生的？	39
一六	結語	40

一 我們一定要認識電

沿路豎着一根根的電綫桿，上面掛着一條條的電綫。這些電綫從發電站裏向四面八方分散出去，一直延伸到各個工廠裏，機關裏，學校裏，住宅裏，……。電就在電綫裏跑來跑去，不管白天黑夜地奔跑着，幫助人們幹各式各樣的工作。

電的本領是够高強的。它能够發出巨大的力量，來開動各種機器；它能够開動車床、刨床和銑床，也能够開動織布機、印刷機和軋鋼機。它還能够發出大量的熱，來冶煉鋼鐵，製造重要的化學產品。它更能够發出明亮的光，把黑夜照得像白晝一樣。



沿路豎着一根根的電綫桿，上面掛着一條條的電綫

是的，電燈已經遍布到各個城市和鄉鎮，對我們來說，是很熟悉的東西了。只要把電門一扭，它就會亮起來，陪伴我們工作和學習。還有電話的鈴聲，我們也已經聽慣了。把電話拿起來放到耳邊，就可以聽到遠處人清晰的說話。我們知道，這些說話聲音是電傳送過來的。再說到在街上轟轟奔跑的電車，它節省了我們多少腳步呵！它也是靠電來開動的。

電幫助了我們做許多工作，也改善了我們的生活狀況。上面提到的只是一小部分，電的功用是說也說不完的。

電的一種最優越的長處，就是能長途輸送，可以從發電站輸送到幾十里、幾百里、甚至幾千里外需要用電的地方去。

我們必須認識到，電是工業上的一種主要動力，隨着我們國家社會主義建設的向前進展，我們的發電站就會建設得越來越多，工業也就會越來越發達。

現在我國很多地方都有火力發電站。我國也已經建立了一些水力發電站。

1955年7月，在第一屆全國人民代表大會第二次會議上，通過了“發展國民經濟的第一個五年計劃”。根據這個計劃，五年裏面進行建設的發電站，發電能力在50,000千瓦以上的火力發電站就有15個，豐滿水電站在改建完成以後，發電能力可以達到560,000千瓦以上。五年裏面新建和改建的發電站，全部建成以後的發電能力是406萬千瓦，五年裏面增加的發電能力是205萬千瓦。我國全國的全年發電量在1952年是726,000萬度，到1957年五年計劃完成後，可以增加到1,590,000萬度。就在同一次會議上，還通過了“關於根治黃

河水害和開發黃河水利的綜合規劃的決議”。按照這個規劃的遠景計劃，將來在黃河幹流上要建造 46 座攔河壩，可以發電 2300 萬千瓦，每年平均發電量達到 11,000,000 萬度。這將使青海、甘肅、內蒙古、陝西、山西、河南、河北等地的工業以及交通運輸業和現代化的農業得到廉價的電源，使這個廣大地區電氣化。

蘇聯是世界上最先進的國家，蘇聯人民正在進行共產主義建設。現在，蘇聯不單擁有世界上最大的發電站——古比雪夫水力發電站，而且在 1954 年 6 月還落成了世界上第一座原子能發電站，為原子能的和平使用開闢了廣闊的道路。

蘇聯是我們的好榜樣，蘇聯所走的道路，正是我們要走的道路。從這裏我們可以深切地體會到，電不單像現在這樣走遍我們的城市，而且將來一定會深入到各地農村。電幫助我們做的工作會越來越多，我們跟它打交道的機會也就越來越多。因此，認識電，掌握電的基本知識，對每一個人來說都是很需要的。

二 電是怎樣發現的？

電在現在已經是這麼重要的一種動力，可是在十九世紀以前，人類關於電的知識是知道得很少的。只是在最近一百多年來，人類才認識了電的本質，而且掌握了它，使它為人類服務。

人類只在最近一百多年來才認識了電的本質，可是發現電却已經有兩千五百多年了。

還在紀元前六世紀，希臘人發現用獸皮摩擦過的琥珀，能够吸引羽毛、頭髮、羊毛和別的又輕又小的東西。當時希臘的一位哲學家，名叫退利斯，解釋這個現象說，琥珀裏有一種特別的“精靈”。

這種能够吸引輕小物體的現象，就是最簡單的電現象。

在退利斯以後二千多年的長時期裏，並沒有人去研究它。直到十七世紀初葉，英國有一位醫師，名叫吉柏，才擴大了退利斯的實驗。他發現不單琥珀有這種現象，像鑽石、寶石、水晶、硫黃、松香、火漆、玻璃和其他堅硬的東西，用呢絨、皮革、或者毛皮摩擦過後，也會吸引輕的東西。他認為在這些東西裏有一種看不見的液體，而管它叫做“琥珀質”。

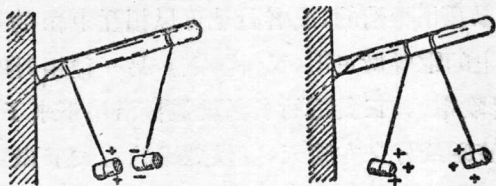
不管把電解釋成精靈也好，解釋成液體也好，它最初的發現總是從琥珀開始的。現在西文裏“電”這個名字，就是從希臘文的“琥珀”這個名字變過來的。

三 兩種電

現在讓我們來做幾個簡單的實驗。

找兩個小軟木塞，用兩根細絲綫把它們並掛在一條橫檔上，要掛得稍微離開一些。再找一根玻璃棒、一枝自來水筆、一塊綢子和一塊呢子。把玻璃棒用綢子摩擦過後，跟一個軟木塞接觸幾次；再把自來水筆桿用呢子也照樣摩擦了，跟另一個軟木塞接觸幾次。這時候，這兩個軟木塞就會互相靠攏，顯出相吸的現象。

現在用手把兩個軟木塞都摸一下，使它們不帶電了。再



兩種最簡單的電現象

把兩根綫移近，使兩個軟木塞碰攏。用綢子來回摩擦玻璃棒，把玻璃棒跟兩個軟木塞各接觸幾次。這時候這兩個軟木塞就會分開來，顯出互相排斥的現象。

這種帶電的物體不但相吸而且相斥的現象，是科學家鄂圖·格立克在 1672 年用硫黃球做實驗的時候首先發現的。到了 1733 年，科學家杜·費提出電一定有兩種：因為如果只有一種的話，就不會有相吸和相斥兩種現象。從我們這個實驗。也可以知道：玻璃棒上帶的是一種電，自來水筆桿上帶的是另一種電。1747 年，科學家富蘭克林又發現這兩種電像正負數



鄂圖·格立克的硫黃球和取得電的裝置

那樣是可以互相抵消的，或者說是可以相互中和的。他因此把玻璃棒上的電叫做正電（又叫陽電），另一種相對地就叫做負電（又叫陰電）。正負電的名稱就這樣沿用下來了。

這個實驗最好是在晴天、氣候乾燥的時候來做。使用的東西並不限於上面所說的，比如軟木塞可以用紙筒、通草球等等輕東西來代替；摩擦後可以發生正負電的，就更不止有玻璃棒和綢子、自來水筆桿和呢子了。不過有一件事得注意，這些東西也一定要乾燥才容易見效。

要測定物體有沒有帶電，除了可以用軟木塞等等以外，還可以用一種簡單的儀器，叫做金箔驗電器。

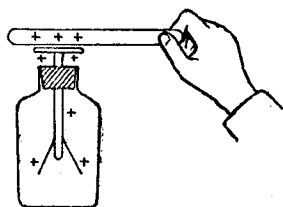
金箔驗電器的構造很簡單。它是一個玻璃瓶兒，瓶口緊緊地塞着一個軟木塞，塞子中間插着一根銅桿。這根銅桿在瓶外露出一頭，是一個圓球或者一塊圓銅板；在瓶裏的一頭，却貼着兩張黃色的小片兒，就是兩片金箔。

爲什麼要用金箔呢？因爲它很輕。

黃金的比重很大，爲什麼金箔會很輕呢？因爲黃金的展性很好，可以展成只有 0.000,008,5 厘米的薄片，即使是最薄的紙張都要比它厚多了。因此，金箔比跟它同樣大小的紙片還要輕，比起我們剛才用的軟木塞來，就更要輕得多了。

把用綢子擦過的玻璃棒放在驗電器的圓銅板上，玻璃棒上的正電就從銅板經銅棒跑到兩片金箔上，使它們帶上了同種的電，就互相排斥張開了。如果玻璃棒上沒有電，金箔上就不會有電，那麼它們也就不會張開。所以從金箔的張開或者不張開，就可以知道物體有沒有帶電。

用金箔驗電器不單可以測定物體有沒有帶電，還可以測定物體帶的是什麼電。這可以先用綢子擦過的玻璃棒放在驗電器的圓銅板上，然後把玻璃棒拿開，金箔上的正電還是存在，也就是它們仍舊張開成



把玻璃棒放在驗電器上

某一個角度。這時候，再拿另外一個帶電的物體和圓銅板接觸。如果金箔張開的角度加大了，那麼，這個物體帶的是和玻璃棒上同樣的電，也就是正電；如果金箔的角度減小了，這個物體上帶的就是負電。因為：在第一種情況，物體上的正電跑到金箔上，金箔上的正電加多，所以張開的角度加大；在第二種情況，物體上的負電跑到金箔上，和金箔上的正電中和一部分，所以角度減小。

要是知道兩個物體上都帶着同樣的電，我們比較它們所帶電量的多少，就可以比較金箔張開的角度，哪一個物體使金箔張開的角度大些，它的電量也就多些。例如甲帶電體使金箔張開 60 度的角，乙帶電體只使金箔張開 30 度的角，那麼甲上的電量大約是乙上的兩倍。

所以驗電器不單能够驗物體有沒有帶電，可以確定帶的是正電還是負電，進一步還可以比較兩個物體帶的電的多少。

四 電走路也要找道兒嗎？

我們用軟木塞做實驗的時候，做完第一次吸引現象的實驗以後，要用手去摸兩個軟木塞一下。這是什麼緣故呢？

這個問題也還是用實驗來說明一下。

拿自來水筆桿在衣服上或者頭髮上摩擦幾下，把筆桿放在驗電器的圓銅板上滾動幾次，兩張金箔上就都帶着負電而張開了。現在用手指和圓銅板輕輕地接觸一下，金箔就立刻合攏了。這證明金箔上的負電已經跑走了。

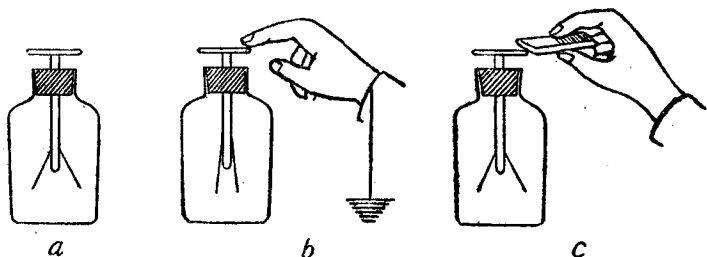
所以我們上面做實驗的時候用手去摸軟木塞，也是讓軟木塞上的電跑走。

再用上面同樣的方法，如果我們使驗電器的金箔帶電以後，不是用手指直接去接觸，却另外拿着一塊橡皮去接觸圓銅板，結果會怎麼樣呢？實驗的結果告訴我們，這一回金箔並不會合攏。從這裏我們可以知道，金箔上的電還在，並沒有跑掉。

為什麼用手指直接去接觸圓銅板電就會跑掉，手裏拿着橡皮去接觸圓銅板電就不會跑掉呢？難道說，電走路還要找道兒嗎？

是的，事實正是這樣。在這兩次實驗裏，我們知道，在某些東西裏電通得過，在另一些東西裏電就通不過。在第一次實驗裏，電從金箔經過了銅桿、圓銅板、手指、人體，跑到地上去了。但是在第二次實驗時，因為手指和圓銅板之間有了一塊橡皮，電就不能夠從金箔跑到地上去；這就是說，橡皮把電攔住了，不讓它通過去。凡是能夠讓電通過的物體，叫做導電體，也簡單叫導體；不能夠讓電通過的物體，叫做絕緣體；這一個劃分，是在 1729 年由科學家葛雷提出來的。

爲了把導電體和絕緣體的性質知道得更清楚些，還可以做下面的實驗。



a, 驗電器帶電, 金箔張開; b, 手指觸銅板, 金箔合攏; c, 手裏拿橡皮去觸銅板, 金箔不合攏

拿一根有玻璃柄的銅棒, 手握着玻璃柄, 用綢子擦幾下銅棒。把銅棒接觸驗電器, 發現棒上帶了電。然後用手指跟驗電器和銅棒各各碰一下, 再試驗, 銅棒上就沒有電了。為什麼銅棒上沒有電了呢? 不必多解釋, 我們已經知道電被手指傳導到地上去了。

現在把這根棒倒過來, 用玻璃柄來做同樣的實驗。用綢子擦玻璃柄, 玻璃柄上帶了電, 這可以用驗電器驗出來。現在用手指去碰一下玻璃柄, 再用驗電器去檢驗, 玻璃柄上還是有電。為什麼現在手指不能把玻璃柄上的電帶走呢?

手指是導電體, 為什麼這時候又不傳電了呢?

這種情形的確有些奇怪, 需要解釋一下。

原來玻璃跟橡皮一樣, 也是絕緣體。手指接觸它的時候, 只有接觸一點的電被手指傳導走了; 其他各處的電却不能移動到接觸的這一點來, 所以柄上還有電。可是銅棒上的電能够自由移動到手指接觸的這一點來, 所以棒上各處的電都會被手指傳導走。

除了銅是導電體，橡皮和玻璃是絕緣體之外，還有些別的什麼導電體和絕緣體呢？

據實驗知道，各種金屬，炭，鉛筆心，酸、鹼或鹽的水溶液，溼土，不純的水和人體等，都是比較好的導電體；瓷，石蠟，火漆，水晶，雲母，琥珀，乾漆，硬膠和硫黃等，都是比較好的絕緣體。

但是要記住，導電體和絕緣體並沒有絕對的界限。絕對的絕緣體是沒有的；比如琥珀和水晶，也只能算是一種絕緣本領很高的物體罷了。

而且絕緣不絕緣，還隨某些情況而變化。例如：

(1) 空氣，極乾燥的時候是比較好的絕緣體，而潮溼的時候却是導電體。天雨空氣潮溼，我們做摩擦起電的實驗不靈，就是因為潮溼的空氣把我們摩擦產生的電帶走了。

(2) 普通用的電綫是利用橡皮和紗綫來絕緣的。可是如果是根高壓電綫，橡皮就沒有絕緣的功用。你穿上橡膠鞋，戴上橡皮手套，自以為有了絕緣設備，就站在地上去摸高壓電綫，那是一定要受傷，甚至於死去的。

(3) 玻璃在室溫下是絕緣體，如果把它燒得很熱，它就變成導體了。

五 進一步研究摩擦起電

我們老用綢子來擦玻璃，使玻璃上帶正電。這時候，綢子上帶不帶電呢？

這也可以證明一下。用一塊橡皮板，上面包幾層綢子，跟

一塊玻璃板互相摩擦。摩擦過後，把它們分放到兩個驗電器的圓銅板上去檢驗。兩個驗電器的金箔就都張開成角度。如果只有玻璃板接觸的一個上的金箔張開，那麼就證實綢子上沒有電。現在兩個驗電器的金箔都張開了，那麼證明綢子上也起電了。

如果我們把玻璃板上和綢子上全部的電都移轉到了驗電器裏，那麼兩個驗電器裏金箔張開的角度就會是大小一樣的，把兩個驗電器的圓銅板彼此接觸一下，金箔就都合攏了。

為什麼兩個圓銅板一碰，金箔會都合攏呢？這說明一個什麼問題呢？

這說明：玻璃板接觸過的驗電器上既然帶正電，綢子接觸過的驗電器上一定帶負電，而且正負電量一定相等。因為只有這樣，兩個驗電器一經接觸，正電和負電中和，金箔才會合攏。如果綢子上也生了正電，那就不會有中和現象發生。如果綢子上即使有了負電，可是電量比玻璃板上生的正電量少或多，那麼正負電中和一部分，剩了多餘的正電或負電，還是要使金箔張開成一較小的角度的。

“兩個物體互相摩擦，如果一個得正電，另一個必得負電，而且正電和負電的量必然相等。”這一個結論，是科學家富蘭克林在 1747 年首先作出的。

現在我們知道，摩擦起電的時候，正電和負電是同時發生的。那麼究竟哪一種東西生正電，哪一種東西生負電呢？

關於這個問題，已經有許多人研究過，結果得到下面的一張表格：

次 序	物 體 名 稱	次 序	物 體 名 稱
1	獸 皮	7	絲 綢
2	象 牙	8	木 材(乾 燥)
3	羽 毛	9	金 屬
4	水 晶	10	松 香
5	玻 璃	11	硫 黃
6	棉 布 麻 布	12	橡 皮

在這張表裏，任取兩個物體互相摩擦，在表裏次序佔前的物體生正電，列後的生負電。例如用獸皮擦象牙，象牙生負電；可是用橡皮擦象牙，象牙上面就出現正電。所以兩物體摩擦所生的電的種類，是隨物體而變的。

應該說明，這張表上所列的次序，也只是在某一情況下實驗的結果。已經知道，物體表面如果附有雜質層，例如毛皮上附有油脂，或者金屬表面上附有一層氧化物，有時會改變所生電的符號。還有物體的溫度，物體表面的粗糙情況等，也有影響。

六 摩擦為什麼會起電？

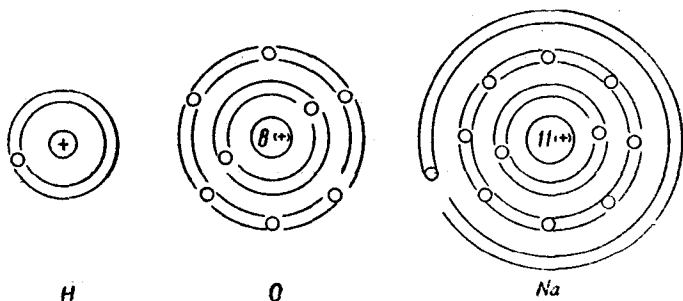
要回答物體互相摩擦為什麼會起電的問題，應該先談一談物質的構造。

我們知道，物質是由分子組成的，而分子是由原子組成的。古代希臘人認為原子是組成物質的基本微粒，所以原子

這一個名詞在希臘文的原意是“不可分的東西”。可是到了上一世紀的末年，科學家發現一種更小的微粒，經過仔細研究，知道這種更小的微粒是帶負電的質點，就叫它做“電子”。每個電子所帶的負電量都相等。這種電子是含在原子裏的，後來知道原子是由原子核和在核外繞核旋轉的電子所構成的。原來原子的構造和太陽系相類似：原子核相當於太陽，電子相當於行星。進一步科學家更指出原子核是由帶正電的“質子”和不帶電的“中子”結合而成的，每個質子所帶的正電量和一個電子所帶的負電量相等。

各種元素的原子大小不等，平均說來，它的直徑大約是萬萬分之一厘米。而原子核的直徑大約是萬萬萬分之一厘米到十萬萬萬分之一厘米。如果把直徑一百公尺的球比做原子，那麼原子核的大小相當於直徑幾乎只有一毫米的沙粒。電子那就更小，它和原子比較起來，跟縫衣針尖和高樓大廈一樣。

我們再用圖來說明一下：在下圖裏，中心處的圓圈代表原子核，周圍的小圈兒代表電子，電子在大圓圈的軌道上繞核旋



氫、氧和鈉原子的構造簡圖