

初級物理學

第 三 冊

(電 磁 學)

主 編 者 R. C. 蘭 茨 別 爾 格

譯 者 王 于 昌

上 海 中 外 書 局 出 版

初 級 物 理 學

第 三 冊 (電 磁 學)

主 編 者 T. C 蘭 茨 別 爾 格
(蘇 聯 科 學 院 院 士)

譯 者 王 子 昌

上 海 中 外 書 局 出 版

初級物理學
(第三冊 電磁學)

原書名 ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УЧЕБНИК ФИЗИКИ ЧАСТЬ
ТРЕТЬЯ (ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ)

原主編	[蘇聯] Г. С. ЛАНДСБЕРГ
原出版者	ГОСТЕХИЗДАТ
原出版版次	1949年版
譯者	王 子 昌
校閱者	張 鍾 俊
出版者	中 外 書 局
	上海中山東一路18號
印刷者	光 藝 印 刷 廠
	上海長陽路1121弄323號
編經售	上海圖書發行公司
	上海山東中路128號

版權所有 ★ 不可翻印

書號: 0041-3 開本: 787×1092, 1/25 印張: 12²²/25
字數: 250千字 定價: 一元五角
1954年10月至1955年6月第一版 累計印數0001-5000冊
第一次印刷至第四次印刷
1955年9月第一版第五次印刷 印數5001-7000冊

目 錄

第三篇 電磁學

第一章 電荷

§ 1-1.	電的相互作用力.....	1
§ 1-2.	導體和絕緣體.....	2
§ 1-3.	導體和絕緣體間的區別.....	5
§ 1-4.	正電荷和負電荷.....	6
§ 1-5.	起電時發生些什麼.....	7
§ 1-6.	電子論.....	9
§ 1-7.	感應起電.....	10
§ 1-8.	光電效應.....	13
§ 1-9.	庫侖定律.....	14
§ 1-10.	電荷的單位.....	16

第二章 電場

§ 2-1.	電荷對四周物體的作用.....	20
§ 2-2.	電場.....	21
§ 2-3.	電場強度.....	22
§ 2-4.	電場強度的合成.....	24
§ 2-5.	介質中和導體中的電場.....	25
§ 2-6.	電場的圖示法.....	26
§ 2-7.	電場圖的主要特點.....	29
§ 2-8.	靜電學問題中力線的應用法.....	29

§ 2-9.	電場中的功	31
§ 2-10.	電勢差	33
§ 2-11.	等勢面	34
§ 2-12.	引用電勢差的意義	35
§ 2-13.	導體上電荷的平衡條件	37
§ 2-14.	靜電計	38
§ 2-15.	靜電計與驗電器的區別	40
§ 2-16.	接地	41
§ 2-17.	空氣內各點電勢差的量度。電的探測器	42
§ 2-18.	地球的電場	43
§ 2-19.	最簡單的電場	43
§ 2-20.	電荷在導體上的分佈。法拉第籠	45
§ 2-21.	電荷的表面密度	47
§ 2-22.	電容器	48
§ 2-23.	電容器的種類	51
§ 2-24.	電容率	52
§ 2-25.	在介質內電場減弱的原因。介質的極化	54

第三章 恆定電流

§ 3-1.	伏特的發明	61
§ 3-2.	伽伐尼電池	62
§ 3-3.	電流的特徵	64
§ 3-4.	電流的方向	66
§ 3-5.	電流的強度	66
§ 3-6.	電流計	68
§ 3-7.	電解的基本定律	69
§ 3-8.	安培計的校準	71
§ 3-9.	載流導體中的電壓	72
§ 3-10.	歐姆定律	73

§ 3-11.	導線的電阻	75
§ 3-12.	電阻與溫度的關係。超導電性	77
§ 3-13.	導體的串聯	79
§ 3-14.	導體的並聯	80
§ 3-15.	變阻器	81
§ 3-16.	電路上電壓的分佈。導線上的電壓損失	82
§ 3-17.	伏特計	83
§ 3-18.	伏特計和安培計的電阻	85
§ 3-19.	量度儀器的分流器	85

第四章 電流的熱效應

§ 4-1.	電流的熱效應。焦耳 - 楞次定律	92
§ 4-2.	電流所做的功	93
§ 4-3.	電流的功率	94
§ 4-4.	電阻熔接	95
§ 4-5.	電熱儀器。電爐	96
§ 4-6.	加熱儀器的設計	97
§ 4-7.	白熾電燈	98
§ 4-8.	捷路。熔斷器	99
§ 4-9.	佈線	100

第五章 金屬內的電流本質

§ 5-1.	證實金屬內電流的電子本質的實驗	105
§ 5-2.	金屬的構造	107
§ 5-3.	電阻的原因	108
§ 5-4.	表面電勢差	109
§ 5-5.	熾熱物體的電子發射	110
§ 5-6.	電子管	111
§ 5-7.	電子管整流器	112

第六章 電解質中的電流

§ 6-1.	離子的導電性	115
§ 6-2.	離子的運動	116
§ 6-3.	電離解	117
§ 6-4.	電解的應用	118
§ 6-5.	法拉第定律	119
§ 6-6.	元電荷	121

第七章 電動勢

§ 7-1.	電動勢	125
§ 7-2.	伽伐尼電池的電動勢	126
§ 7-3.	電池接通時電荷的運動	127
§ 7-4.	對於閉合電路的歐姆定律	129
§ 7-5.	電源的端電壓和電動勢	131
§ 7-6.	電源的聯接	132
§ 7-7.	極化	133
§ 7-8.	伽伐尼電池的退極化	134
§ 7-9.	蓄電池	136
§ 7-10.	溫差電	139
§ 7-11.	溫差電的應用	141

第八章 氣體放電

§ 8-1.	氣體的電離	148
§ 8-2.	火花放電	150
§ 8-3.	電火花的發生	151
§ 8-4.	閃電	152
§ 8-5.	電暈放電	153
§ 8-6.	電暈放電的應用	154

§ 8-7.	避雷針	156
§ 8-8.	電弧	156
§ 8-9.	弧光放電的應用	158
§ 8-10.	輝光放電	159
§ 8-11.	輝光放電時產生什麼	160
§ 8-12.	陰極射線	161
§ 8-13.	陰極射線的本質	163
§ 8-14.	極隧射線	167

第九章 磁的基本現象

§ 9-1.	天然磁體和人造磁體	171
§ 9-2.	磁體的磁極和中性帶	173
§ 9-3.	電流的磁效應	175
§ 9-4.	電流的磁效應和永久磁體的相同	178
§ 9-5.	永久磁體磁場的起源。庫侖實驗	182
§ 9-6.	安培的元電流假說	185

第十章 磁場

§ 10-1.	磁場和它的表現	188
§ 10-2.	磁場的強度和它的單位	188
§ 10-3.	磁場對磁針的作用	190
§ 10-4.	用磁針來量度磁場的強度	191
§ 10-5.	磁場的合成	194
§ 10-6.	磁力線	194
§ 10-7.	量度磁場強度的儀器	195

第十一章 電流的磁場

§ 11-1.	直線電流和圓環電流磁場。螺旋法則	198
§ 11-2.	螺線管的磁場。螺線管和條磁體的等值性	200

- § 11-3. 作為標準的螺線管內的磁場。磁場強度的單位…………… 202
- § 11-4. 運動電荷的磁場…………… 203

第十二章 地球的磁場

- § 12-1. 地磁場…………… 208
- § 12-2. 地磁要素…………… 209
- § 12-3. 地磁場要素的分佈。地磁圖…………… 210
- § 12-4. 地磁異常和磁法探礦…………… 211
- § 12-5. 地磁要素的時變。磁暴…………… 211

第十三章 電磁體及其應用

- § 13-1. 電磁體…………… 215
- § 13-2. 電磁體的應用。替續器及其在自動和遠距離操縱中的應用… 217

第十四章 載流導體在磁場中所受到的力

- § 14-1. 引言…………… 222
- § 14-2. 磁場對直線電流的作用。左手定則…………… 222
- § 14-3. 磁場對載流線圈或螺線管的作用…………… 225
- § 14-4. 以磁場對電流作用為基礎的電流計…………… 228
- § 14-5. 洛倫茲力…………… 229
- § 14-6. 洛倫茲力和北極光…………… 232

第十五章 電磁感應

- § 15-1. 產生應電流的條件…………… 238
- § 15-2. 應電流的方向。楞次定則…………… 241
- § 15-3. 應電動勢…………… 244
- § 15-4. 定量的電磁感應定律…………… 246
- § 15-5. 電磁感應和洛倫茲力…………… 247
- § 15-6. 在塊狀導體中的應電流(傅科電流)…………… 248

第十六章 物體的磁性

§ 16-1.	鐵的磁導率.....	256
§ 16-2.	各種物體的磁導率，順磁性和反磁性物體.....	257
§ 16-3.	順磁性和反磁性物體在磁場中的運動，法拉第實驗.....	259
§ 16-4.	磁的分子論.....	260
§ 16-5.	磁屏.....	262
§ 16-6.	鐵磁性物體的特點.....	263

第十七章 發電機和電動機

§ 17-1.	電磁感應式發電機.....	268
§ 17-2.	交流發電機的構造.....	271
§ 17-3.	三相發電機.....	273
§ 17-4.	直流發電機.....	274
§ 17-5.	他激發電機和自激發電機.....	277
§ 17-6.	直流電動機.....	278
§ 17-7.	交流電動機.....	280
§ 17-8.	發電機和電動機中能量的轉變和效率.....	281

第十八章 交變電流

§ 18-1.	交變電流的波形圖.....	287
§ 18-2.	交變電流的特性.....	288
§ 18-3.	交變電流的強度.....	289
§ 18-4.	交流安培計和伏特計.....	290
§ 18-5.	自感.....	291
§ 18-6.	線圈的電感(或自感係數).....	293
§ 18-7.	經過電容器和大電感線圈的交變電流.....	294
§ 18-8.	容抗和感抗.....	297
§ 18-9.	交變電流的功率.....	298

§ 18-10. 電能的集中生產和輸送.....	299
§ 18-11. 變壓器.....	301

第三第 電磁學

第一章 電荷

§ 1-1. 電的相互作用力。 在絲線上懸掛一個輕的物體，例如紙筒。用玻璃棒在絲織品上摩擦幾下，並把棒移近紙筒。我們將看到，紙筒首先吸向玻璃棒，但當它和棒接觸之後則又相斥而分開(圖 1-1)。

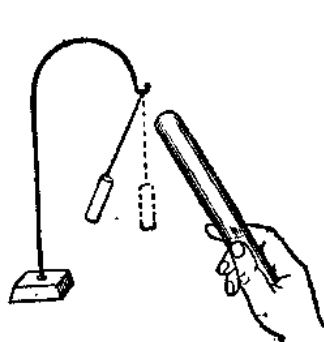


圖 1-1. 玻璃棒和從這棒上獲得電的紙筒，要相互推斥。

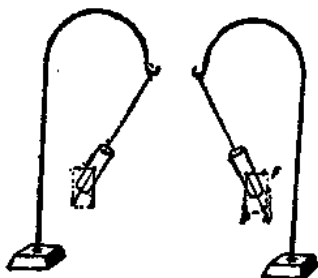


圖 1-2. 從玻璃棒上獲得電的兩個紙筒，要相互推斥。作用在紙筒上和線的張力平衡的 N 力，可以分解為： P —紙筒的重量，以及 F —電力。

現在再把摩擦過的玻璃棒和另一個紙筒接觸一下，然後拿開玻璃棒；把這樣帶電的兩個紙筒移近。我們將看到，它們要向相反的兩邊盪開(圖 1-2)。

在紙筒沒有和玻璃棒接觸前，它是在鉛直位置的，線的張力與作用在紙筒上的重力相平衡。但在圖 1-2 中所示的紙筒的位置是偏斜的。因此除了上述的重力外，紙筒還受到另一種力的作用。這力與重力、物體形變所產生的力、摩擦力以及在力學中所研究過的其他力，

都不相同。在上述的簡單實驗中，我們遇到了一種新的力——電力。

當一個物體有電力作用於四周其他物體上時，這個物體叫做帶電體，我們並說，這一個物體上帶有電荷。

在上述的實驗中，我們利用玻璃在絲織品上摩擦而帶電的。但我們不一定要用玻璃棒，也可以用火漆、硬橡膠、琥珀等來代替玻璃；並且也不一定要用絲織品，可以用皮革、橡皮和其他物品來代替。實驗指出，任何物體都可由摩擦而帶電的。

驗電器（一種驗明物體帶電與否的儀器）就是根據帶電物體的相互排斥現象而製成的。它是由一根金屬棒所組成，棒的一端懸掛着兩片很輕的鋁箔（金箔）或紙片（圖 1-3 甲）。這棒是穿過一個硬橡膠或琥珀的塞子而通到玻璃瓶內，以免金箔受到空氣運動的影響。圖 1-3 乙所示的是驗電器的簡圖，以後將常用它來表示。

用帶電的物體，例如摩擦過的玻璃棒，與驗電器的棒的上端接觸一下。驗電器的金箔就張開到某一個角度。當帶電體移開時，金箔依然張開。這表示，當帶電體與驗電器的棒接觸時，是有電荷轉移到金箔上去的。

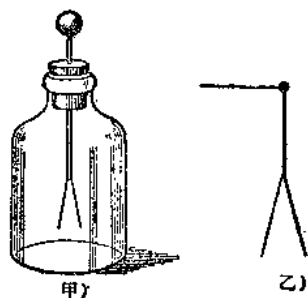


圖 1-3. 簡單的驗電器。甲)外形；乙)簡圖。

用玻璃棒使驗電器帶電，注意金箔間張開的角度，並使驗電器與帶電玻璃棒的另一地方再接觸一下。我們將發現，兩片金箔間的張角增大了。當驗電器與玻璃棒第三次接觸後，金箔間的張角會更加增大。由此可見，金箔間張角的大小，可以用來說明在給定物體（驗電器）上所帶電荷的大小。

請注意，當帶電體位於驗電器的附近，則即使不與驗電器的棒相接觸，金箔也是要張開的。關於這一現象的說明，留待 § 1-7 中討論。

§ 1-2. 導體和絕緣體。 在上節的實驗中，我們已看到，當帶電體與

不帶電體接觸着時，不帶電體得到了電荷。在使驗電器帶電和懸掛着的紙筒(圖1-1)帶電時，我們就是利用這一方法的。因此電荷可以從一個物體轉移到另一個物體上。

電荷也可以在同一個物體上移動。例如當我們使驗電器帶電時，我們是用玻璃棒觸着金屬棒的上端。但這時金屬棒的下端以及該處的金箔也帶電了。這說明，電荷可以沿着棒到處移動。

但在各種不同物體上電荷的移動並不是一樣的。讓我們來做這樣一個實驗：把兩個驗電器彼此相隔某一段

距離放置着，其中一個是帶電的。現用兩條絲線把一根銅桿掛起，使

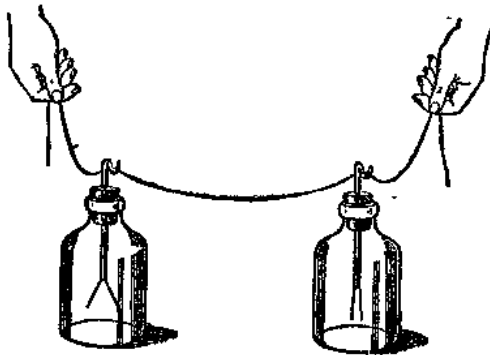


圖 1-5. 電荷在絲線上不能移動。當兩個驗電器棒被絲線聯接起來時，右邊驗電器金箔間的張角不變，而左邊驗電器的金箔依然合攏。

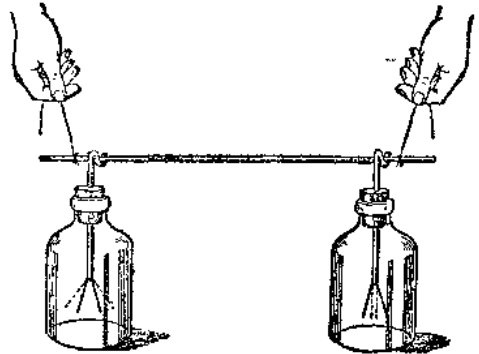


圖 1-4. 電荷在銅桿上容易移動。當兩個驗電器棒由銅桿聯接起來時，左邊一個(原來帶電的)金箔間的張角減小，而右邊的金箔則由合攏而變成張開。

與這兩個驗電器的棒的上端相接觸，如圖 1-4 所示。我們將看到，帶電驗電器金箔間的張角立即減小，而同時另一驗電器的金箔立即張開，這表明它上也已帶有電荷。因此電荷在銅桿上容易移動。

重複上一實驗，但用一條絲線來代替銅桿(圖 1-5)。這時絲線直接握在

手中。我們將看到，帶電的驗電器上的電荷並不減少，而不帶電的驗電

器則依然沒有帶電。因此電荷在絲線上不能移動。用普通的白棉線代替絲線重做實驗，我們將得到一個介於二者間的結果：電荷可以從一個驗電器上很慢地移動到另一個驗電器上去。

凡在上邊電荷容易移動的物質叫做導電物質；而不具有這一特性的物質，則叫做絕緣物質或介質。

所有金屬、鹽、酸以及許多其他物質的水溶液，都是良好的導電物質。熾熱的氣體也具有良好的導電本領：如果用火焰放在帶電驗電器棒端附近，那末棒端四周的空氣將變成導體而使驗電器上的電荷跑掉，因而金箔很快就會合攏（圖 1-6）。

人體也是導電的。當人們用手指接觸到帶電的驗電器時，驗電器就要失去電荷而使金箔合攏。這時驗電器上的電荷經過人身、地板和牆壁而“跑到地中”去了。在 §2-16 中我們再對它加以詳細的分析。

琥珀、陶瓷、玻璃、硬橡膠、橡皮、絲和室溫下的氣體，都是良好絕緣體的實例。請注意，許多固體（例如玻璃）祇在乾燥的空氣中才能很好地絕緣；如果空氣的濕度很高，它們就會變成劣質的絕緣體。這是由於空氣中的水汽要在絕緣體的表面上形成一層導電的薄膜。仔細加熱可以把這層薄膜消除掉，使絕緣體重新恢復它的絕緣本領。

當任一物體中有電荷移動時，我們說，這物體中有電流通過。例如當銅桿把圖 1-4 中所示的兩個驗電器聯在一起時，銅桿中就有一個時間非常短暫的電流；這電流與照明網絡中或電車饋電線中的電流，原理上是完全一樣的。

在近代電工中，無論導體或絕緣體，都起着重要的作用。輸電線路中的金屬導線組成了運動電荷應循的“康莊大道”。因此在導線與支柱

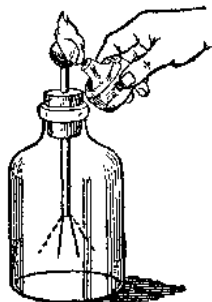


圖 1-6. 當火焰放到帶電的驗電器棒端附近時，金箔就要合攏。

的聯結處，不可讓電荷跑到四周的物體中去。所以導線必須放在特殊的“絕緣子”上。如果沒有這種絕緣子，就不可能建造近代的那種輸電

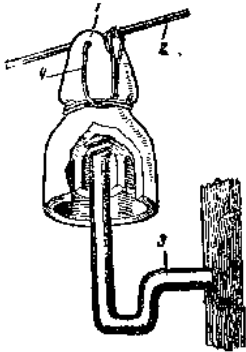


圖 1-7. 在工程上應用的一種絕緣子。
1-瓷絕緣子；2-導線；3-鐵的曲腳；
4-把導線固定在絕緣子上的綁線。

線路。圖1-7所示的是工程上應用的一種絕緣子。在房屋中通常應用外面塗着一層油漆的電線(漆包線)、包着絲線(絲包線)或放在橡皮軟管中(皮線)的導線。有時也同時應用幾種絕緣層(圖1-8)。

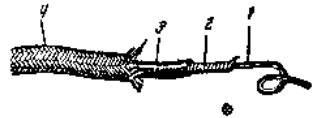


圖 1-8. 室內用的絕緣導線。1-銅的芯線；2-紗線；3-橡皮；4-棉紗織層。

§ 1-3. 導體和絕緣體間的區別。前面我們說過，玻璃是不導體的。但這句話的正確性並不是毫無條件的。仔細的觀察指出，電荷也是可以通過玻璃的，像通過任何其他的“絕緣體”一樣。但在用作絕緣體的物體中，在同一情況下所通過的電荷，與同樣尺寸和同樣形狀的導體中所通過的相比，要小得多了。當我們說，某一物體是絕緣體，這僅僅說明，在它的應用中，通過它的電荷是可以略去不計的。

例如，琥珀是我們所知道的一種最好的絕緣體，但經過驗電器上的琥珀塞還是有些電荷漏去的。不過在實驗時，通過琥珀塞子所漏去的電荷，與驗電器上的總電荷相比，是非常微小，因而琥珀可以作為驗電器的合適的絕緣體。如果採用陶瓷來做成驗電器塞子，那末情形就完全不同。在這種情形中，即使在短短的幾分鐘實驗時間中，經過陶瓷塞子所漏去的電荷已經相當可觀，以致使我們看到，驗電器金箔的張角顯著地減小。作為驗電器的絕緣體，陶瓷是不能勝任的，但作為工程上用的絕緣體，它仍不失為一種優越的絕緣材料，因為在某一段時間內，經過陶瓷絕緣體所漏去的電荷，和在輸電線中所通過的大量電荷相比，是非常微

小的。由此可見，導體與絕緣體間的區別完全是條件性的：同一種物體在一種情形下可以認為是絕緣體，而在另一種情形下則可認為是導體。

物質的絕緣性能與它所處的狀態有關，並且變化很大。在圖 1-9 中所示的是玻璃在高溫下完全喪失掉絕緣本領的情況：把接到電燈的一條電線截斷，除去線端的絕緣層，並把它們分別繞在一根玻璃棒上。這時電燈不會發光，因為在室溫時玻璃是一種相當良好的絕緣體。倘若用火焰把玻璃棒燒得很熱，那末電

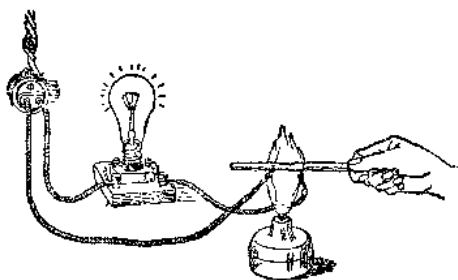


圖 1-9. 當玻璃棒燒熱時，它就變成導體，而電燈就開始發光。

燈就開始發光；這就是說，在燒熱的玻璃棒中有電流通過。同時我們還可以觀察到另一現象，通過玻璃棒的電流也要使玻璃棒發熱，並且電流愈大，這個現象愈顯著。因此，如果電燈中通過的電流是很大的，那末可能在火焰移去時，玻璃棒仍舊很熱而依然能夠導電。這樣，玻璃棒將越來越熱，結果玻璃熔化。

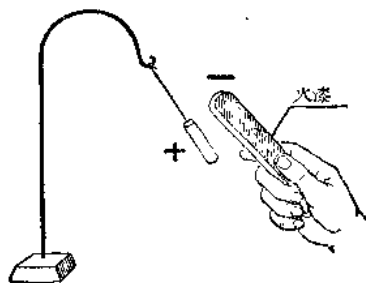


圖 1-10. 由玻璃棒上得到電荷的紙筒，被吸向帶電的火漆棒。

§ 1-4. 正電荷和負電荷。用絲織品摩擦過的玻璃棒使懸掛在絲線上的紙筒帶電，並把一根在毛皮上摩擦過的火漆棒移向紙筒。我們將看到，紙筒和火漆棒要彼此相互吸引(圖 1-10)。但我們已知 (§1-1)，這紙筒與玻璃棒是要彼此相互推

斥的。這表示，玻璃棒上的電荷，在性質上與火漆棒上的電荷不同。

下述的實驗更其明顯地指出。用玻璃棒來使兩個構造和尺寸完全一樣的驗電器帶電，並用裝在絕緣柄上的金屬桿使它們的棒端相聯。