

物理通报丛书

中学物理实验专辑

下 册

物 理 通 报 编 委 会 编



科学普及出版社

中学物理实验專輯

下 册

物理通报編委会編

科学普及出版社

1959年·北京

本書提要

本書是物理通報叢書之一，繼中學物理實驗專輯上冊而出的。下冊內容包括電磁學、光學兩部份，共 80 篇。編述方法與上冊相同，可供各級中學物理教學參考。

總號：1031

中學物理實驗專輯（下冊）

編者：物理通報編委

出版者：科學普及出版

（北京市西便門外蘇家溝）

北京市書刊出版業營業登記證出字第091號

發行者：新華書

印刷者：北京市印刷一

（北京市西便門南大街1號）

開本：787×1092 1/32 印張：7 1/4

1959年3月第1版 字數：140,000

1959年3月第1次印刷 印數：12,055

統一書號：15051·191

定 價：（8）8角

目次

四、电 磁 学

1. 关于静电的几个实验	1
2. 做静电实验应注意的问题	7
3. 关于静电的几个实验	10
4. 几个静电实验的做法	14
5. 尖端放电演示	15
6. 关于尖端放电的演示	16
7. 尖端放电的演示	17
8. 关于电力线的演示实验	18
9. 电力线演示实验的改进	19
10. 静电现象实验技术	23
11. 验电器的制作	25
12. 关于使用感应起电机的一些经验	28
13. 关于液体电流和气体电流的演示实验	32
14. 法拉第电解第一定律的演示实验	34
15. 电解水的实验	37
16. 两个电解演示实验	40
17. 蓄电池的演示实验	43
18. 电池内电阻的测量	44
19. 改善伽伐尼电池的使用	44
20. 干电池充电的经过	50
21. 电晕放电滤气器模型	53
22. 气体导电的实验	54
23. 气体电离随温度而增强的实验	55
24. 气体蓄电池	55

25. 輸送電能的演示實驗	58
26. 四種類型的電流計	60
27. 演示用大型電流計的構造和使用法	64
28. 用小電燈泡代替電學測量儀器	70
29. 電話原理的演示儀器	76
30. 發話與收話說明器	79
31. 演示磁場中帶電導體底旋轉的儀器	80
32. 磁場對電流作用的演示實驗三則	81
33. 楞次定律的實驗問答題	86
34. 在地磁場中轉動靈敏的通電綫圈的制作	88
35. 楞次定律驗證實驗的改進	90
36. 自感與互感的實驗	92
37. 自感實驗二則	95
38. 通電綫圈在地磁場中旋轉的演示實驗	96
39. 互感的演示實驗	98
40. 左手定則的演示實驗	98
41. 自感現象實驗儀器的制作和研究	99
42. 自感現象演示	102
43. 楞次定律實驗器	102
44. 以單相電流供給三相電動機	103
45. 兩種自動裝置的的演示	104
46. 電諧振實驗	109
47. 交流振盪器	110
48. 自制感應起電機和電共振試驗器的經過	114
49. 發射電磁波的開放電路	117
50. 電磁振盪演示儀	121
51. 演示用超短波振盪器及其實驗	123
52. 交流電的示性實驗	132
53. 演示電子管的放大性	144
54. 裝配收音機的參考材料	145

55. 学校用电子示波器·····	149
56. 交直流兩用的光控替續器·····	155
57. 我們实验室的供电綫路·····	156

五、光 学

1. 一种光学实验仪器·····	157
2. 自制針孔照相机·····	159
3. 一只光学的簡單仪器——三角水槽·····	161
4. 显示光路的裝置·····	162
5. 近視眼、远視眼的演示·····	167
6. 活动影輪·····	168
7. 光学演示箱的設計·····	169
8. 日光显微放映鏡的制作·····	173
9. 对光学演示实验的几点經驗·····	176
10. 进行牛頓圈实验的一个簡單裝置·····	192
11. 光通过鷄毛产生的衍射現象·····	196
12. 光由留声机片反射所生的衍射現象·····	200
13. 光的衍射現象的演示·····	202
14. 衍射光柵的制造·····	204
15. 衍射光柵試制经过·····	206
16. 光的干涉和衍射現象的觀察和演示·····	207
17. 光的干涉現象在技术应用上的举例·····	215
18. 觀察衍射現象的簡單方法·····	219
19. 光干涉現象演示实验的改进二則·····	221
20. 衍射光譜的演示·····	223
21. 关于偏振光的实验·····	226

四、电 学

关于静电的几个实验

周 長 春

一般都認為靜電實驗比較難於表演。因此為了廣泛的交流經驗，相互學習，我們把關於靜電的一些實驗介紹給大家作參考，作為“拋磚引玉”，希望大家都能把自己的豐富而寶貴的經驗介紹出來，使靜電的表演實驗內容更能充實。

實驗 1

硬橡膠棒吸引燈草：任何兩種化學成分不同的物體互相摩擦後^①，都會吸引其它的輕微物體。例如鋼筆（自來水筆）和頭髮摩擦能吸引紙屑。左手持經指甲摩擦過的鷄毛，如果當右手手指靠近它時，則見鷄毛向右手手指倒去，右手向東，它便向東倒，右手向西，它便向西倒，似乎鷄毛會所指揮似的。這些實驗在課堂上做起來固然很容易，可是人數過多時，坐在後面的人就看不清楚。假如我們買些燈草（農村里點油燈用的燈心），稍稍烘乾，用剪刀把它剪成約半厘米長的小段，將這些燈草屑鋪在桌上，然後用手持一帶電的硬橡膠棒放在距離桌面約 15

① 凡化學成分不同的任何兩種物體，它們的接觸電勢差都不相同。所以兩種不同性質的物體緊密接觸時，便會有價電子從一物體跑到另一接觸電位差較高的物體上去，所謂摩擦起電，實際上就是接觸起電。摩擦只不過使接觸更緊密些就是了。有人以為木頭與木頭摩擦，鐵塊與鐵塊摩擦也會產生電荷，這是錯誤的。因為兩種相同的物質互相摩擦時，其間沒有接觸電勢差（或接觸電勢差等於零），所以不會產生電荷。也有人認為兩種不同性質的物體，互相摩擦時，先產生熱然後產生電；或由熱轉換成電，這種看法也是錯誤的。因為熱是由於摩擦兩個粗糙面時所作的功而得來的（通常兩種物體摩擦都會產生熱，不一定產生電）。它和摩擦次數成正比。摩擦起電和接觸面的緊密有關（接觸愈緊密，產生的電荷就愈多），與摩擦次數無關。關於這一點可以用實驗來證明。

只有任何兩種不同化學成分的物體，在緊密接觸時才會產生電荷（表面愈光滑，接觸起電愈容易，表面愈粗糙，摩擦時產生的熱量就愈多）。

上述各點，是常被大家忽略而極其重要的。

厘米高的地方(圖1)。这时就会很清楚的看到这些灯草屑飞向硬橡膠棒上,与棒接触后又落回桌面,随后又飞向硬橡膠棒,接着又落在桌面上,这样往返很多次以后灯草屑才停止不动。这个实验說明灯草屑受感应带电便飞向硬橡膠棒,与棒接触后,灯草屑上的一部分異性电荷与棒上的电荷中和,灯草屑便帶有与棒相同的同性电荷,因为同性相斥,所以它又离开硬橡膠棒落在桌面上,到桌面后便失去电荷而呈中性,随后又受感应再飞向硬橡膠棒。

要使实验更生动些,可以把灯草染成紅、藍等各种顏色(先把灯草放在水里浸湿,再放入紅、藍墨水中染色,否則染不上顏色。染好以后烘干,再剪成小段)。看起来就更加明显。

实验2

灯草球驗电器:如果买不着木髓球时。我們也可以用灯草球(把灯草編結成球形。在編結前須將灯草放入水里浸湿,否則在編結时灯草容易折断)来代替,为了使灯草球引人注目,可以把它做得大一些,同时也可以把它染成各种顏色。这种灯草球据我試驗的結果,有这样的优点:灯草比木髓輕,如果兩球質量相等时,实际上灯草球的体积要大得多,看起来就比较明显。但是它們檢驗电荷的灵敏度却是一

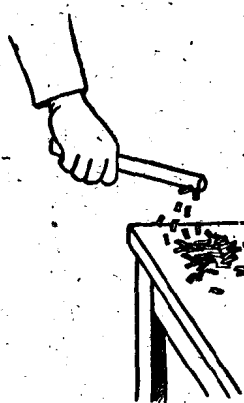


圖 1

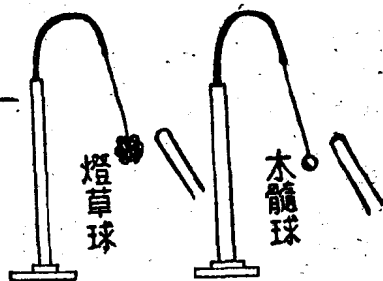


圖 2

样。因此我們可以用灯草球来代替木髓而做成灯草球驗电器(

圖 2)。这种驗电器的用法与木髓球驗电器用法完全相同。

实验 3

冰桶实验^①：法拉第的著名实验——冰桶实验，我們也可以用自制的簡單仪器来表演。

制法如下：取直徑約 10 厘米的洋鐵罐一只，洗淨烘干，將上、下兩底除去，在罐腰的中部鑽一小孔，孔中插入一小段銅棒（約 10 厘米長）或一枚洋釘，但是必須把銅棒（洋釘）上面的氧化物除去。插入時須注意銅棒要與罐面垂直。為了要使接觸良好，可在孔的邊緣填上些錫箔（香烟錫紙亦可）。然後用絲綫纏繞銅棒，使它固定在鐵罐上不能搖動（圖 3,a）。在鐵罐的另一面（與先鑽的孔相對）再鑽一孔，用洋釘把它釘在木座上（木座要干燥，否則影响絕緣）。同樣也要它不能搖動（圖 3,b）。取四只灯草球，用絲綫把它們捆起來。將兩個掛在筒外 A 点，兩個掛在筒內 B 点，一个冰桶实验的簡單仪器就制造成功了。

实验時，用手持一帶電的硬橡膠棒放进筒內（不可与筒接觸），并使它在筒內稍稍的往返搖動，立即可以看見筒內 B 点的兩個灯草球被吸引，同时筒外 A 点的兩個灯草球也在那里

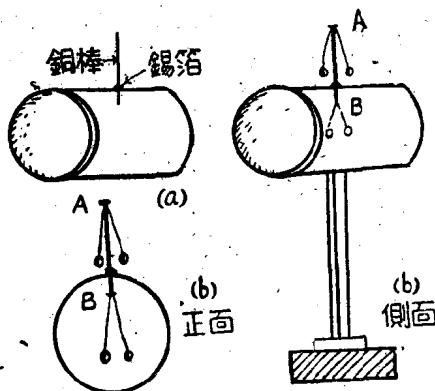


圖 3

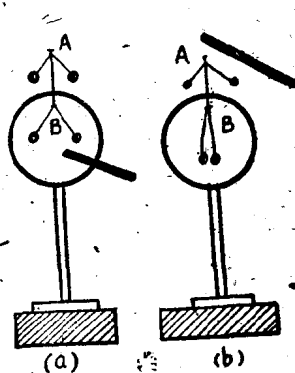


圖 4

^① 指法拉第做的靜電实验，他当时裝置中用的金屬罐是一个盛冰的桶，因此称作“冰桶实验”。

跳躍（圖4,a）。这就說明：筒內有电荷存在时，由于静电感应，筒的內壁和外壁便同时产生了电荷。倘如我們將帶电棒放在筒頂附近作同样試驗，那末我們仅看到A点的兩球被吸引，而B点的兩球却靜止不动（圖4,b）。好像对外面的电荷采取“置之不理”的态度。这就說明：筒外有电荷存在时，筒內則沒有电荷出現。

用金屬鍊將圓筒与靜电起电机連接起来，轉动起电机，使圓筒荷电，同样可以得到上述的結果。根据上述的實驗我們得到一个結論：金屬物体帶靜电时，靜电荷只能分佈在物体的表面上（流动的电荷則不然）。

实验 4

尖端放电——电輪：取香烟盒里的錫紙一張，把它揉成一团（球形），外面再包上一張錫紙，同样把它揉成球形，这样就可以得到一个“錫箔球”。再选兩根同样長短（約10厘米）的細銅絲，將它兩端用銼刀銼尖。把这两样尖銅絲穿入錫箔球中，穿入时使它們同时通过球心（近似的通过球心），而且互

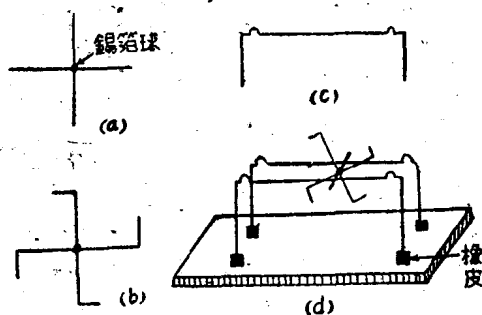


圖 5

相垂直，还要使兩端的距离相等（圖5,a）。然后用老虎鉗把它弯成（圖5,b）的形状。再取一根約10厘米長的銅絲，按垂直兩尖銅絲的平

面方向穿过球心（近似的）插入，同样也使兩端距离相等。一个电輪儀的輪子即制造成功。

电輪架的制法也很簡單，取兩根銅絲（約40厘米長）把它弯成（圖5,c）的形状，并將兩头用銼刀銼尖。买兩塊橡皮（擦字用的），用刀把它切成兩段，把这四小块橡皮作为底脚（为

了加强絕緣)，將它們固定在一塊小木板上的适当位置，然後將兩銅絲架插在橡皮上，這樣一個電輪架就算制成了。把電輪子放在架上，一具電輪儀宣告成功（圖5；d）。用金屬線將它與靜電起電機連接起來，轉動起電機，由於尖端放電作用，就可以使電輪轉動。

實驗5

電閃——放電板和放電管：

（a）取一塊長30厘米寬20厘米的玻璃片，將它洗淨烘乾，貼上一些彼此距離相等而平行的錫箔條，條的寬度和其間隔的



圖6

距離皆為2毫米。條與條之間要互相銜接成一串聯電路。在玻璃片的中央畫兩個圓圈，把圓圈上的錫箔切除約1—2毫米的斷口。在玻璃片的兩端貼上一大片半圓形的錫箔A，B（圖6）。如果將A，B用金屬線同起電機連接起來，並轉動起電機，那末在這些斷口處就爆發火花，這些火花就構成兩個圓圈的電閃圖案。如果把斷口的位置改變一下。又會得到其它式樣的電閃圖案。這個實驗的裝置叫做“放電板”，下面再介紹一個類似的“放電管”。

（b）選一根長約30厘米、半徑約1厘米的玻璃管，在管內按螺旋形貼上一些菱形（邊 a 及短對角綫 b 均為1厘米）的小錫箔。粘貼時兩菱形尖端與尖端相距約為1—2毫米（圖7）。在玻璃管的兩端另貼

上一大片錫箔，以便用金屬線與起電機相連，當起電機轉動時，同樣可以看到電閃。



圖7

上述兩實驗如果在暗室裏進行，看起來則更明顯。

根據以上實驗可以說明：“電閃和雷”的成因（火花相當空中的電閃，爆炸聲相當於雷鳴）。

實驗 6

電場中的煙粒子——捕煙器：做一只長約 30 厘米寬 20 厘米的木箱子，其中兩對壁裝玻璃片。箱內裝兩個金屬的電極（圖 8），兩電極的距離可用 A, B 兩桿來調節。箱側開一小

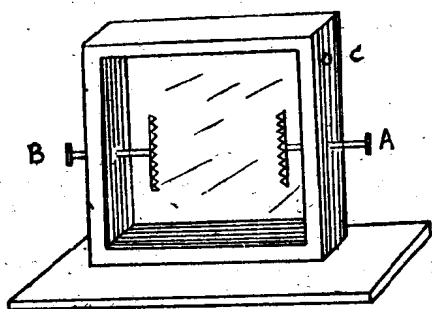


圖 8

孔，并用銅片（或硬紙板）做一可以活動的門 C 。如果將煙粒（香煙）由孔 C 噴進去，使箱內充滿很濃的煙，关上小門 C 。這時把電極 A, B 與起電機的兩放電叉用

金屬線連起來，轉動起電機，一會兒煙粒便消散了。

大家都知道封閉在木箱內的煙粒，要使它自行消散是要經過相當長時間的。但是在電場的作用下為甚麼很快就消散了呢？因為在電場的作用下，由感應而帶電的煙粒子會向兩電極奔去，而停留在電極上，所以煙粒很快就消散了。因為這個儀器具有捕煙的本領，我們就叫它“捕煙器”。

實驗 7

帶電棒對流動液體的感應：取玻璃管一根，在其一端拉成一細小噴口，它端套在一根橡皮管上，令管中充滿清水，並使水由玻管的小噴口射出。因為噴口狹小，所以噴射出來極細微的水粒，速度很大，它們向四面散射而成霧狀（圖 9, a）。持一帶電的硬橡膠棒，靠近噴霧的上端，我們立即看到，霧狀的水粒被吸向帶電棒，並且這些水粒皆凝成較大的水珠（圖 9, b）。若將帶電棒移去，噴射的水粒又恢復成霧狀。倘如我們把帶電棒放在噴霧的下端（圖 9, c），也可以看到上述的同樣現象。

这是甚么緣故呢？因为喷射的霧狀水粒，受到帶电棒的靜电感应作用，它們都会被帶电棒吸引，正如灯草球驗电器上的灯草被吸引一样。

这些霧狀水粒被吸引时，但由于它們都是受到压力而喷射出来的；喷射出来后又受到重力的作用，因此它們一方面被帶电棒

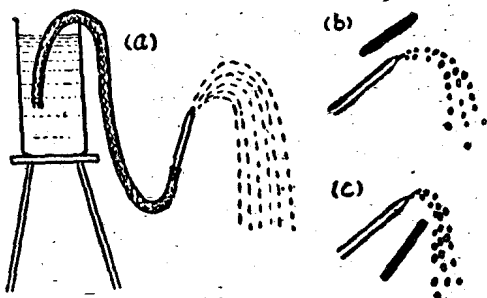


圖 9

吸引倒向帶电棒，同时还要繼續的运动，所以它們在相碰时皆凝結成較大的水珠。

有人認為：“喷射的霧狀水粒皆帶有同性电荷，同性相斥，所以水粒散射成霧狀，当帶电棒靠近时，正負电中和，而水粒变为中性，不复互相排斥，故能聚合起来，結成水滴”（物理学示教与实验一卷二号，旧东吴大学出版）。这种說法我認为不恰当，倫納德（Lenard and Hochschwender: Annalen der Physik Vol.65, 1921）曾說这些水粒是不帶电荷的，我也用金箔驗器檢驗出流动的水粒的確不帶电。这就說明上述的現象，用帶电棒的靜电感应来解釋比較恰当些。

做上述实验时該注意二点：第一噴口要小，第二压力要大，也就是水槽要放得高些。这样实验的效果一定很好。看起来也比較明显。

做靜电实验应注意的問題

周 長 春

做物理实验时，靜电实验比做其它实验要困难些。譬如說

一般的實驗不受氣候條件（陰雨）的限制，在實驗做到一定階段後，間隔幾小時再繼續進行亦無妨害，並且准备工作可以在事先做好。而靜電實驗則不然，天氣必須晴朗乾燥，准备工作必須當堂做好，接着馬上進行實驗。同時實驗還得一氣做完，不能中途停頓。因為帶電體荷電時間過久，電荷會逐漸丟掉，繼續實驗往往失敗。所以我們在做靜電實驗時，除了應選擇空氣乾燥而晴朗的天氣，同時盡量使手續簡便而敏捷以外。還必須注意下列各點：

1. 注意儀器及環境的乾燥

實驗時除應盡量選擇晴朗的天氣外，對於實驗儀器及實驗室（或教室）的乾燥也應注意。實驗前必須把所用儀器烘乾（注意：不能使儀器太熱。尤其是靜電起電機的硬橡膠圓板受熱過多時會凸起。假如發生了這種現象，可以把圓板自起電機上取下，浸在沸水里，約兩三分鐘後，由沸水里拿出立即放在平板上壓着，過一小時後便恢復了原狀）。為了保證實驗能夠順利的進行，最好在實驗桌附近經常放置一個電熱器（如無電源，用無煙炭爐亦可。但不能使灰煙飛舞）。這樣不但可以保持儀器的經常乾燥，同時還使得周圍的空氣也能保持乾燥。為了避免實驗時候空氣的流動，可以把門窗暫時關閉起來。如在實驗前沒有做這項乾燥工作，那末實驗的效果就會受到影響。只要觀察摩擦起電時貓皮在烘乾前後起電效果就能體驗到這一點。

2. 檢查儀器的絕緣是否良好：

一般的儀器（如靜電起電機或感應起電盤），如果很久沒有使用過，那末在其金屬部分的表面上，就會附一層氧化物。這種氧化物會影響物體表面的導電性。因此在實驗前，必須仔細檢查，如果發現了氧化物，應立即除去。因為靜電起電機往往受到這種氧化物的影響，而使起電發生困難。靜電起電機的電壓很高，實驗儀器的底座大部分是木制的，如果在高壓的作用下，這種絕緣就靠不住了。為了加強儀器的絕緣性，我們可

把一塊干燥潔淨的玻璃片（硫磺塊、蜡塊更好）墊在儀器的下面，這樣會得到良好的絕緣效果。灰塵也是消散電荷的主要原因，因此在臨實驗時設法消除儀器上灰塵，也是保證實驗順利成功的一個關鍵。

3. 導綫的選擇

做靜電實驗時，常常要用導綫將起電機與儀器連接起來，這種導綫的選擇非常重要。通常我們常用电燈綫或銅絲，雖然電荷能在上面通行，但實驗效果却不好。因此要得到良好的效果，必須用金屬鍊條。儀器廠出售的銅鍊條大部分是扁平形

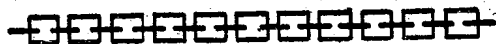


圖 (a)

（圖 a），因為這種扁平形到處都具有尖端，當電荷在上面流動時，就會由這些尖端跑掉（尖端放電）。因而在電荷未達到目的物時，就已經損失了很多。為了消除這種現象，必須選擇圓柱形的金屬鍊條（圖 b）。在使用時為了避免尖端放電，在連接處最好將鍊條的兩頭各盤繞成一個小圓圈，並使其尖端封閉在內部。



圖 (b)

4. 避免靜電感應

靜電起電機在使用時，必須要與其它非起電儀器相隔遠些。因為放置得近了，由於靜電感應會影響其它的儀器，而妨礙實驗的順利進行。就是金屬鍊條在連接時，亦應當儘量注意它對所用儀器的影響。例如做電輪（尖端放電）實驗時，如果起電機與電輪靠得太近了，電輪就不大容易旋轉。但是在它附近的金箔驗電器反可受到破壞。這種現象的產生，就是由於靜電感應的影響。假如要避免這種現象，就必須把金箔驗電器之類的儀器，放置得儘量離起電機遠些，或者用電屏罩起來。

以上所介紹的幾點，是作靜電實驗時，普遍應注意的問

題，这些只不过是我們从實驗中所得的一些点滴經驗，供給大家作为参考，是否正确希望大家指教。

关于靜电的几个实验

И. Я. 爱斯列尔作

利用自己很容易制造的一些仪器，就可以表演許多靜电現象。这些仪器在許多場合中都是十分灵敏，并且根据它的大小，就是在一个很大的教室里也都能看得見。

1. 錫箔圈

很細心地从被打穿的微法拉电容器中取出小圈，并將錫箔和塗石蜡的紙分开(为了將它們分开，就得將电容器稍为加热，以便使石蜡軟化)。我們就利用那又薄又長的錫箔作为許多实验的主要材料。我們將長为 80 厘米的長条 剪成長段相等的兩条，再將它們制成二个閉合的帶子——圈，这两个圈就用圖釘分別釘在蜡燭上，(如圖一)所示。蜡燭可固定在实验室的三脚架上。

錫箔圈是非常灵敏的电荷指示器(驗电器)。

2. 电荷的傳导

我們將与綢布或皮子摩擦过的玻璃棒与錫箔圈接触，我們

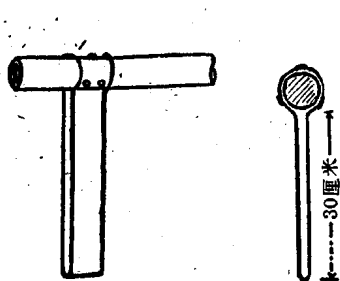


圖 1

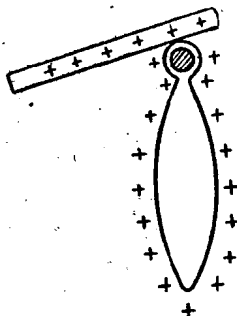


圖 2

就看到錫箔圈很快就成了透鏡的樣子(如圖 2)。由于蜡有很好的絕緣特性，所以这个形狀經過很長時間都不會改變。當利用二個帶電的錫箔圈時，就可以演示電荷間的相互作用，從(圖 3)就可以了解這一點，或者利用一個帶電的膠木棒和一個錫箔圈(如圖 4)。

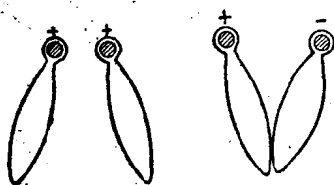


圖 3

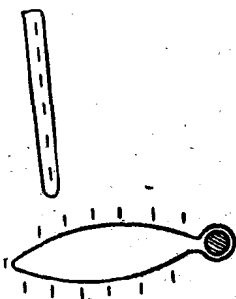


圖 4

利用銅絲造成的導體就可以證明物體的導電性，銅絲如圖 5 適當地繞在蠟燭上。我們如果用一根蠟燭聯接二個錫箔圈，就可以表明物體的絕緣特性(如圖 6)。在這二種實驗中，一個錫箔圈要預先讓它帶電，而另一個就不要帶電。

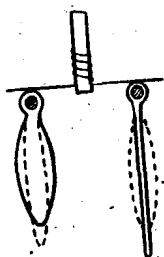


圖 5

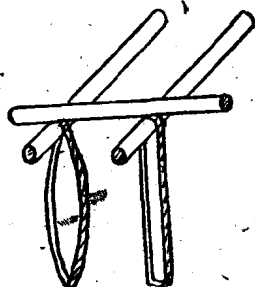


圖 6

3. 不帶電體對於帶電體的作用

(圖 7)和(圖 8)就是說明這個作用。

4. 驗電器

帶一個小薄片的演示用的靈敏驗電器是一條長為 30 厘米的錫箔帶造成的，并用刺刀在錫箔帶上割出一個小條，(如圖 9)所示錫箔帶緊緊地釘在二根蠟燭上。利用這個驗電器可以