

物理通报丛书

电学光学原子物理学
问题介绍

物理通报编委会编

科学技术出版社

物理通报叢書

电学光学原子物理学 問題介紹

物理通报編委会編

科学技術出版社

1959年·北京

出版者的話

历年來，“物理通報”發表了不少對物理教學實際有用的文章，也發表了不少幫助讀者進修物理學和擴大物理學知識領域的文章，受到了讀者的歡迎，並紛紛收到來信要求將這些文章彙訂出書。為了滿足廣大讀者的要求，因此物理通報編委會特將 1951—1957 年（部分選至 1958 年）所發表的文章，分成“高、初中物理教材和教法分析”、“中學物理教學的一般問題”、“中學物理實驗專輯”、“力學熱學分子物理學問題介紹”、“電學光學原子物理學問題介紹”、“近代物理學介紹”六方面選編成冊，陸續出版，使廣大讀者、物理學愛好者、中等學校和工農業余中學的物理教師們有一套比較實用的參考書。“電學光學原子物理學問題介紹”便是這套叢書中的一本。

總號：1359

電學光學原子物理學問題介紹

編者：物理通報編委會

出版者：科學技術出版社

（北京市西便門外新家灣）

北京市書局出版業營業許可證出字第 091 號

發行者：新華書店

印刷者：北京市印刷一廠

（北京市西便門大街乙 1 號）

開本：850×1168 $\frac{1}{32}$

印張：10 $\frac{1}{2}$

1959 年 8 月第 1 版

字數：251,000

1959 年 8 月第 1 次印刷

印數：10,075

統一書號：13051·268

定價：（9）1 元 1 角 7 分

目 次

1. 关于摩擦起电的几个問題.....	1
2. 静电場中的电势.....	11
3. 用金箔驗电器量电势和电量.....	26
4. 从电屏接地談到电力綫——关于静电学上几种常見的錯誤看法.....	49
5. 静电学仪器使用不灵的原因和补救办法.....	56
6. 雷电的成因.....	59
7. 电介質的分子結構和極化作用.....	65
8. 化学电源.....	80
9. 交流电路.....	87
10. 变压器的基本概念和演示实验.....	129
11. 惠更斯原理.....	149
12. 关于透镜光心的討論.....	159
13. 为什么能够看見本身不發光的物体? 为什么看不見鏡子的面.....	163
14. 虚像为什么能看得見.....	167
15. 一个常犯的錯誤.....	168
16. 望远镜、放大鏡和显微镜成像的位置与放大率.....	170
17. 攝譜仪的色散率和分辨率.....	176
18. 光柵攝譜仪.....	189
19. 关于光在反射时的半波損失問題.....	203
20. 原子光譜与分子光譜.....	209
21. 紅外綫.....	222
22. 陰極射綫的發生.....	233
23. 物体的顏色.....	235
24. 光电效应.....	241
25. 电子.....	247
26. 陽电子.....	261

27. 原子的核模型.....	271
28. 新的动力源泉——原子能.....	284
29. 为什么重原子核会裂变并放出能量.....	291
30. 关于反应堆的几个问题.....	295
31. 原子核乳胶.....	306
32. 宇宙射线的起源.....	319

关于摩擦起电的几个问题

汪家猷

从一般的中学物理書上所附述的电学史中可以看出“摩擦起电”是人类研究电学的一个起始现象；而就教材的内容来说，“摩擦起电”对了解电的基本性质的帮助很大；所以不论依科学发展史或理解的逻辑顺序的观点看，摩擦起电在中学物理学里都是不可缺少的一部分教材。就我个人的经验和体会知道：由于摩擦起电现象本性的复杂性，其中存在着相当多的问题，而这类问题的解答有些不是一般教科書或参考書上所能找得到的；在以往国内的一般通俗科学杂志上也沒有看到过对这些問題有較充分的討論。因此我不自揣簡陋，收集了一些資料，向自己拟定的一些問題作主觀的解答，以供同志們在教学时的参考。不过这些資料产生在不同时期和不同国家，他們的实验技能和仪器的精确程度都很难从他們的論文中准确判別，而他們的实验結果又沒有經過我自己的验证(当然，对我个人来说这是不可能的)，所以假若同志們要肯定一个实际的摩擦起电的問題时，还需要依靠自己的实验。

一、摩擦起电的顺序表各書不同， 这个矛盾如何解决？

在一般物理学教科書上常附着摩擦起电的顺序表，可是各書上所載的次序常略有出入，如北京工業学校呂助、王甬宁、李季暉三同志發現薩本栋著“普通物理”和东北人民教育部翻譯的“高中物理学”中所載玻璃和皮革的次序二者恰巧相反[參1]，他們由自己的实验証實了苏联教本是正确的。我認为他們以实验来判定是非，这种实事求是的科学精神，是值得我們效仿的。不过我还以为这問題不仅是誰的实验錯誤的問題，还由于各人所用的物品标准不同和影响摩擦起电順序的原因太复杂所致。

一般摩擦起电的物品如玻璃、毛、木、紙等，每一个物質名称

所包括的品种有許多种类別。如木有松木、杉木等；紙除有各种原料不同的紙以外；还因放入各种不同填料粉末而不同。所以科学家們很早就發生了实验結果互相不符的事实，如下面所列的表是四个科学家实验所得的次序表，他們的結果是不同的。

威耳克 (Willeke) 1759	法 拉 第 1840	雅滿(Jamin)和邦替 斯 (Bontys)1891	蕭 (Shaw) 1917
玻璃	貓皮	貓皮	玻璃
毛	毛	玻璃	毛
羽	羽	毛	貓皮
木	玻璃	羽毛	鉛
紙	棉	木	絲
玻璃	麻布	紙	紙
鉛	絲	絲	棉
硫	手	松脂	木、鉄
金屬	木	玻璃(?)	松脂
	鉄、銅、銀、鉛		銅、銀
	硫		硫

影响摩擦起电結果的因素很多，主要有下列几項：

(一)表面雜質層。物体表面常附有雜質層。如金屬表面的氧化物、动物皮毛上的油脂等，最普遍附着的是湿气。这些雜質層的存在对摩擦起电的作用既可影响电量的多寡，又可影响所得电荷的符号。如1928年蕭(Shaw)与傑克斯(Jex) [參2] 曾將新熔得的玻璃与 Zn、Sn、Al、Sb、Ni、Co 等物摩擦，在同一压力之下起初这些金屬帶陽电，經相当時間之后变成陰电。他們对这現象的解釋是“金屬表面的氧化物等雜質層經摩擦長久之后便被磨去，产生了新金屬面，因此电荷符号發生改变”。

(二)物品的溫度。蕭于1915年由实验發現：“物体冷熱不同，摩擦起电順序發生变化，而且次序的变化發生在一定的溫度之下”，他叫这溫度为中肯溫度。一般金屬的中肯溫度約在130°—240°C 之間。

(三)物体表面粗糙情况。瓊斯(Jones)于1915年[參3]由实验

發現：以 Sb、Zn、Cu、Fe、Al 五種金屬與絲絹摩擦，當這些金屬表面光滑時，摩擦之後帶陽電，若表面是很粗糙的，摩擦之後帶陰電。

由此可見，影響摩擦起電的原因是很複雜的，無怪乎各人的結果可以不同了。又“各種物品相互摩擦之後，帶電的陰陽可以列成一次序表”，這只是某些科學家的主觀願望。

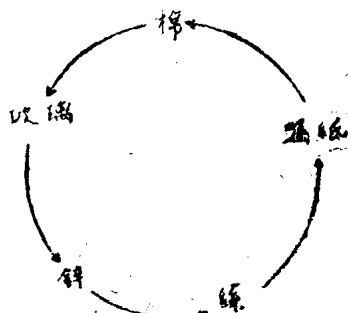


圖 1

事實上，蕭于 1928 年由實驗發現：“將世界上各種物品排成一行的摩擦起電順序表是不可能的”。上圖是他發現的循環順序表，可以用來說明他這一句話。

二、玻璃和絲絹摩擦，玻璃上的電定名為陽電，嚴格地說這句話是否妥當？

蕭由實驗發現在平常溫度下，玻璃和絲絹摩擦，玻璃帶陽電，在高溫度時玻璃帶陰電；他又發現玻璃所帶電的符號還要看玻璃表面的摩擦係數 μ 而定[參 4]； $\mu > 0.18$ 時，摩擦後玻璃帶陰電； $\mu < 0.18$ 時，玻璃帶陽電。通常實驗時玻璃經過強烈的摩擦，摩擦係數變小得很快，所以玻璃常帶陽電。由此可見普通教科書上所用富蘭克林定電荷陰、陽的方法嚴格地說應該寫為：“以絲絹和光滑的玻璃摩擦，在室溫之下玻璃上所帶的電稱為陽電”。

三、摩擦所得的電量和摩擦所作的功有什麼關係？

最先用實驗來求摩擦所需的功 W 和摩擦物品所帶的電量 Q 底關係的是毛·奧文 (Morris Owen)，他于 1909 年[參 5]用了如圖 2 所示的儀器進行實驗。摩擦所作的功可自重物 mg 勢能的減少值和降到最低點時重物所有的動能之差來確定，試品上所帶的

电量則用靜电仪器来測定，于是他得到了如圖 3 所表示的曲綫。

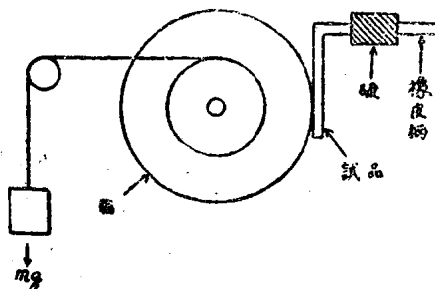


圖 2

从这圖上可以看出：“起初摩擦所得的电量 Q 和摩擦所需的功 W 几乎是成比例的增加，最后渐渐达到一最大值，此最大电荷便与摩擦所作的功没有关系，而这个最大的电荷值随所

用的二种物品的本質而变。

六年以后瓊斯改进了上述的仪器再重新实验，他所得到的结果也是一样的，并且他将这个现象说明如下：他以为产生电量 e

的时率 $\frac{de}{dt}$ 是和那时所作的功率 $\frac{dW}{dt}$ 成比例的，

即

$$\frac{de}{dt} = a \frac{dW}{dt},$$

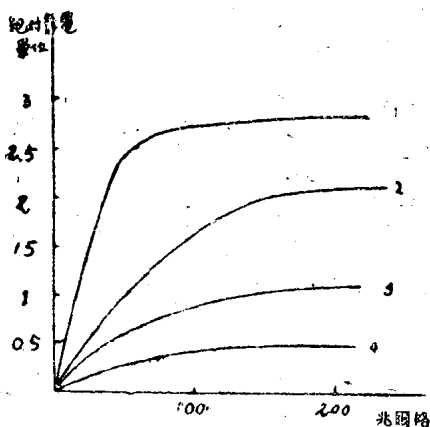


圖 3

1. 橡皮(陰电)和石板 2. 橡皮(陽电)和銅
3. 玻璃(陽电)和石板 4. 玻璃(陽电)和銅

另一方面有一部分电量 e' 漏还，所以如果用 Q 表示任何时候的总电量，那么这电量便等于所生的电量和漏还电量之差，即

$$Q = e - e'$$

对时率而言应有关系

$$\text{式: } \frac{dQ}{dt} = \frac{de}{dt} - \frac{de'}{dt}.$$

又漏还电量的时率是和 Q 成比例的，再假定漏还电量和那时的功率也

成正比，那么

$$\frac{de'}{dt} = b \frac{dW}{dt} Q,$$

所以

$$\frac{dQ}{dt} = a \frac{dW}{dt} - b \frac{dW}{dt} Q,$$

或

$$\frac{dQ}{a - bQ} = dW.$$

积分后可以得到

$$Q = \frac{a}{b} (1 - e^{-bW}).$$

(上式已经应用了初始条件: $W=0$ 时 $Q=0$)。上式所表示的曲线和圖 3 中的曲线形状是相似的。将常数 a 和 b 适当的凑合, 可以使上一方程式近似地表示任何一根实验曲线。所以 a 和 b 是由物质的本性来确定的常数。

四、摩擦对起电的作用是否仅为使二物密切接触,

在有些教科書上認為摩擦对起电的作用只是使二物密切地接触而已。如果这个結論是正确的話, 那么將二塊不同物質制成的平板疊在一起加以强大的压力就應該得到多量的电荷。但是科学家們实验的結果証明了这个想法是不合事实的。例如 1923 年里查德(Riccardi)[參 6]用近于半个可見光波波長的平板加以 75[千克]/[厘米]² 的压强才得到最大电荷的 15% 的电量。但如將它們輕微的接触, 然后相对旋轉 90° 的角, 这样的—个摩擦便能得到最大的电荷。又如瓊斯將鉑和絲压在一起所得的电量仅是稍加摩擦所得的电量的 $\frac{1}{10}$ 。又根据瓦克来(Wackly)的实验知道: 一般純接触所得的电量只是將二者相对旋轉 90° 角所得电量的 0.3—2.5%。由这些实验可以知道, 密切地將二物接触是可以起电的, 但是所得的电量是不多的; 而相互摩擦可以得到大量电荷, 因此摩擦的

作用，不仅是使二物密切接触而已，二物間的相互摩擦对起电才具有很大的作用。

摩擦的起电作用主要在摩擦后物体表面温度的增高，因而該处电子的动能增大，增加了接触面間电子流动所發生的效果，因此二接触表面一个电子过多，一个电子过少的現象就显著起来，也就是产生了显著的帶电現象。

五、如何解釋摩擦起电的現象——或較可靠的摩擦起电的理論底大意如何？

由于金屬和非金屬在导电性質上有显著的差別，因此摩擦起电的理論对金屬和非金屬也就不同。

金屬和金屬摩擦起电的原因正如一般物理学工作者所想像的，可用“接触电势”来解釋。

首先發現金屬間存在着接触电势的是伏打(1779年)，他將一对絕緣的金屬板接触后再分开，用驗电器可以驗出它們都已帶了电，当然它們的电量是相等的而电荷的符号是相反的。他从实验的結果將金屬排成下表：

Zn—Pb—Sn—Fe—Cu—Ag

上表中任二金屬接触后再分离，那么前者帶陰电而后者帶陽电。伏打將这接触起电的原因归之于金屬接触面間存在着电势差——接触电势。

不过有一个矛盾必須要加以說明：就是一般金屬的接触电势只有几个伏特的大小，而摩擦起电后用金箔驗电器驗电时金箔張开的程度和用七、八个B电池串联(共約数百伏)使金箔張开的程度相仿。此事的解釋是这样的(亥姆霍茲 Helmholtz 1879 年)：二金屬接触时由接触电势使二金屬的接触面間产生了一層陰陽电荷偶層，这偶層电荷好像是一个平行板电容器，它的电容如依平行板电容器的公式 $C = \frac{KA}{4\pi d}$ 近似地估計，那么由接触电势 V_c 所引起的电量 Q 就由 $Q = CV_c$ 决定。此时电荷偶層的距離 d 很小，約为分子直徑的数量級，所以电容 C 很大。当二金屬分离时 d 变

得很大，所以电容 C 变小，假定分离后的电容用 C' 表示，又假定分离后二金屬面上的电荷沒有發生漏还的現象，那么 Q 保持不变，于是分离后的电势差 V 由 $V=Q/C'$ 决定，所以 V 在分离后变得很大。

事实上对一般的实验來說，二金屬分离后所得的电量多少很不一定，好像和接触电势沒有一个确定的关系。原来二金屬板在接触的时候有很多的接触点，当分离的时候这些接触点离开的时候先后不一致，所以先分离部分所帶的电常由尚在接触的点漏还去。为了避免此种現象，亥斯(Hess)創議改用二个金屬球来实验。不但如此，假使在接触的时候有些微細的滑动也要影响到所得电量的多少。最近哈尔泼尔(W. R. Harper 1951年)[參7]將二金屬球接触的动作用精細的仪器控制，經他这样的改进才得到了确定不变的电量(較妥当的說法是由实验得到一个有价值的統計曲綫)；并且由实验証实了疊加原理是真确的。所謂疊加原理就是說： $A、C$ 二金屬接触后再分离时所得的电量是“ $A、B$ 二金屬接触后再分离所得的电量”和“ $B、C$ 二金屬接触后再分离所得的电量”的代数和。

現在既然从实验已經肯定了接触电势是金屬摩擦起电的原因，那么剩下的就是“用电子学說來說明这个現象的本質”了。最早用电子說來說明接触电势現象的是里查孙(Richardson 1912年)，不过应用量子力学建立正确理論的是苏联物理学家夫速克耳(Френкель 1930年)[參8]。現在本文只能叙述一下簡單的大意。我們知道在金屬中存在着許多自由电子，但在金屬中有帶陽电的原子核，所以电子在金屬中的势能很低，而在金屬表面外陽电場既不存在，所以势能很高，这样金屬中的电子像容器中气体的分子一样杂乱地运动^①。电子的速率有大有小，在某一速率 v 左右的微小范围 Δv 内的电子数 Δn 对总电子数 n 是依一定的比率分布的(依費米 Fermi 分布律)；当溫度增高时电子和气体分子相似，电子的速率也增大。假若在表面附近的电子的速度的方向指

① 关于接触电势本身的理論可參看 Lindsay: physical statistics.

向外方，并且有很大的速率，那么这些电子就能自金属表面逸出，而速率较小的电子由于没有足够的动能，所以不能越过表面附近很高的势能壁垒而折回。当二金属接触时它们的势能曲线如图4，二边较低的窪形区域表示二金属的内部，中间高耸的曲线就是障碍电子流动的势垒。

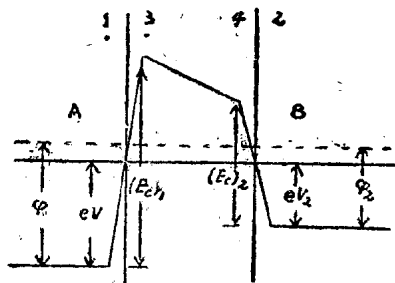


圖 4

接触电势 $= V_B - V_A$

关系式: $e(V_B - V_A) = [(E_c)_2 - \phi_2] - [(E_c)_1 - \phi_1]$

在 A 处速度很高的电子有些可以越过势垒达到金属 B 里(这是高温的情况下发生的)，同样 B 处的电子也可以越过势垒达到 A 处；不但如此， A 处低于势垒的电子(即动能小于在势垒的势能的电子)也可以穿过势垒达到 B 处(这种现象称为隧道效应)，同样在 B 处低于势垒的电子也可以穿过势垒达到 A 处。由于 A 、 B 二处的势能线高低不一致，所以电子自 A 到 B 和自 B 到 A 的机会是不均等的(它们穿过势垒的几率称为贯穿常数)。当二金属初接触时，自 A 至 B 和自 B 至 A 的电子数是不相等的，假定起初自 A 流到 B 的电子数比自 B 流到 A 的电子数多，那么经相当时间之后金属 B 中便有过量的电子数而带阴电，此时 B 中的电子互相排斥引起了反向流还到 A 的趋势。所以经相当长的时间之后，自 A 流到 B 的电子数和 B 流到 A 的电子数便会相等。此时如将二金属分开，那么 A 、 B 之间的势垒的宽度便随时间而迅速变大，当势垒的宽度变化的时候， A 、 B 间的电子流的平衡遭受破坏，到了依我们的经验说二金属已经分离的时候，对原子的大小看起来宽度已经变成无穷大，此时 A 、 B 间的电子流已经不存在了。那时 A 、 B 二金属上的电子数一个较中和和所需的多，一个过少，有过剩电子的金属带阴电，缺少电子的金属带阳电，这便是二不同金属接触起电的现象。

一般摩擦起电时所用的物质是良好的绝缘体，所以说明非金

屬摩擦起電的原因更是我們所迫切要求的。本文在問題四中已經說過，摩擦對摩擦起電的作用是很大的，對絕緣體而言，摩擦更是“起電”的必要動作。1936年包登 (F. P. Bowden) [參9] 用精密的儀器測定了物體經摩擦後表面溫度變化的情形，他得到的重要結果是：物體經強烈摩擦之後，它的整個物體的溫度雖然仍在室溫，但是它的表面溫度升高很大，熔點高的金屬，在表面上某些地方的溫度可以超過 $1,000^{\circ}\text{C}$ ；熔點低的物質可以達到熔點；一般物體經摩擦後表面溫度常超過 600°C 。蘇聯物理學家夫連克耳根據這個事實創立了(晶質)絕緣體摩擦起電的理論[參10]。現在再來敘述一下這個理論的大意^①：我們知道金屬導體、半導體、絕緣體的區別在電導率的數量級不同，金屬導體的電導率約為 10^6 姆/厘米；半導體為 10^{-5} 至 10^3 姆/厘米；絕緣體在 10^{-10} 至 10^{-17} 姆/厘米之間。所以我們可以把絕緣體看成電阻很高的半導體。要解釋它們在導電特性上的差別可以用能帶圖說明。所謂能帶圖是用來表示物質中的電子所具有的能量自理論上允許存在的分布圖(圖6)。最低的能級常為電子所佔滿，因此稱為滿帶，如滿帶中佔滿了電子，那麼這電子便不能參加導電的作用。這可以用圖5所繪的汽車房來說明，下層的汽車房里已排滿了汽車，因此那裡的汽車已無法開動。對半導體和絕緣體來說，滿帶之上都存在著一個禁帶，而金屬則沒有禁帶存在。所謂禁帶的含意是在理論上不允許物質中的電子具有禁帶中所表示的能量。在禁帶之上是傳導帶，金屬的傳導帶便直接和滿帶相連如圖6a，這是金屬導電的基本特性，在傳導帶中電子可有可無，有了電子便可參加導電的作用。所以如給滿帶內的電子以充分大的能量，使它進入傳導帶內，那麼便可參加導電的作用。這可以用圖7的汽車房說明，將下層的一輛汽車放在上層，那麼

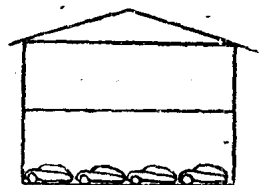


圖 5

① 可參看物理通報叢書“近代物理學介紹”中關於半導體的文章。

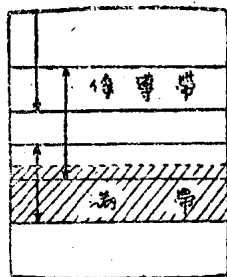


圖 6(a) 金屬能帶圖

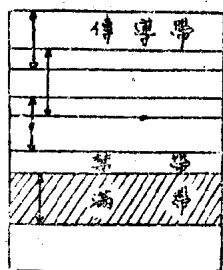


圖 6(b) (內稟)半导体



圖 6(c) 絕緣體

上下層的汽車都可以開動了。一般絕緣體的禁帶都比半導體(內稟)的禁帶闊(比較圖 6 b, c), 這就是說“要絕緣體中滿帶內的電子

進入傳導帶內所需要增加的能量”比“半導體內滿帶中的電子進入傳導帶內所需的能量”要多得多, 若供給這個能量的是熱能, 那麼絕緣體就要在更高的溫度之下才有可能“有滿帶內的電子進入傳導帶內”。當絕緣體和絕緣體互相摩擦時

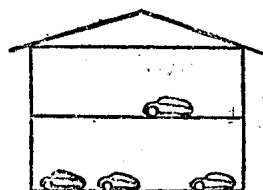


圖 7

它們的表面局部發生高熱, 在這些地方可能有相當多數目的電子的能量量級在傳導帶內, 二絕緣體在摩擦時是接觸着的, 這些高能量的電子可自一面進入另一面, 不過也同樣須經過勢壘, 這和剛才所說金屬和金屬接觸的情況相類似, 於是發生帶電現象。這就是絕緣體與絕緣體摩擦帶電的一個說明。

這個理論的缺點是只說明了晶態電介質的摩擦起電現象, 事實上我們摩擦起電所用的物質是像玻璃那樣非晶的物質, 由於非晶物質在物質構造上的複雜性, 應用量子力學的理論是相當困難的。我們所談的摩擦起電的理論現在也只好到此為止了。

最後由於作者知識膚淺, 不夠深入而影響到淺出的地方, 希望同志們給予批評和指正。

參 考 文 獻

[參 1] 1953年“物理通報”7 月號。

- [參2] P. E. Shaw, Proc. Roy. Soc. A 118, 97—108, 1928.
- [參3] W. Morris Jones, Phil. Mag. 29, 261, 1915.
- [參4] P. E. Shaw & G. S. Jex, Proc. Roy. Soc. A 111, 339, 1926.
- [參5] Morris. Owen, Phil. Mag. 17, 457, 1909.
- [參6] H. F. Rickards, Phys. Rev. 22, 122, 1923.
- [參7] W. R. Harper, Proc. Roy. Soc. №, 1030, 22, Jan, 1951.
- [參8] J. Frenkel, Phys. Rev. 36, 1604, 1930.
- [參9] F. P. Bowden, Proc. Roy. Soc. A 154, 640, 1936.
- [參10] J. Frenkel, J. Phys. U. S. S. R. 5, 25, 1941.

靜電場中的電勢

褚 聖 麟

物理通報編輯委員會得到讀者的反映，有需要討論一下靜電場中的電勢這個問題，囑筆者写一篇短文。現在把这問題的要點作一簡約論述。範圍只限于真空中靜電場的電勢及真空靜電場中導體的電勢。涉及電介質的問題不在本文討論。所舉實例只為了說明原理，不拟對具體問題作詳細論述。為了較多讀者的方便，文中需要一點簡單數學的地方，避免用微積分的方法。

一、電 場

1. 電場是否客觀存在？

兩個點電荷 q_0 與 q 之間有力的存在。如果兩電荷是同號的，彼此排斥，如果異號，彼此吸引。力的方向是在联接兩個點電荷的直線上的。庫倫發現這力與兩電荷電量的乘積成正比，與兩電荷間距離的平方成反比。現在設想把 q_0 固定起來，把 q 放在 q_0 周圍任何地方， q 都會感受力的作用，而力的大小是符合于上述庫倫定律的。這裡我們可以引進一個概念，說 q 是處在 q_0 的電場中。因為 q_0 的存在，在它周圍任何處的電荷都會受到力的作用，我們說 q_0 產生了電場。

現在有一個基本問題。究竟電場只是描述電荷 q_0 與 q 之間

的作用的一种簡便方法呢，还是不管有没有被作用的电荷 q ，电场是在空間存在的？从电磁波的事实可以知道，电场是客观存在的。举一件事来说，电场如有变动，这变动是以一定的速度在空間中傳播的。在真空中，这速度是 3×10^{10} 厘米/秒，这就是光及無綫电波在真空中的速度。所以电场决不是空想的一种描述方法，而是物理的实在。不論被作用的电荷 q 是否存在，电场是客观存在的，电场是物質的一种形式。因此兩电荷 q_0 与 q 之間的力不是兩者之間的“超距作用”， q 所受的力是 q_0 所产生的电场在 q 所在的地点对它的作用。

2. 描述电場的一个物理量——电場强度

同一个电荷 q ，在某处受力小，在另一处受力大，我們說电場的强弱不同。如果 f 是 q 所受的力，我們以 $E = f/q$ 表示电場的强弱，称为靜电場的强度，簡称場强。如果 q 是一个單位的陽电荷，即 $q = +1$ ，那么 E 和 f 同值，而且方向相同。所以在空間中某一点的場强，是数值上等于作用在置于該处一个單位陽电荷的力的一个物理量，它的方向是和这力的方向相同的。这是一个矢量。

上述两个点电荷 q_0 与 q 之間的庫仑力，如果單位采用得合适，可以列作：

$$f = \frac{q_0 q}{r^2},$$

r 是两个点电荷之間的距离。因此，点电荷 q_0 所产生的电场强度是

$$E = \frac{f}{q} = \frac{q_0}{r^2}. \quad (1)$$

但电场不一定由單个点电荷产生，也可由几个点电荷产生，或由連續分布在一个面上的电荷，或連續分布在空間里的电荷产生。几个点电荷联合产生的电场强度是各个电荷分別产生的电场强度的矢量和。連續分布的电荷所生的电场强度也可以按这原則計算：把分布的电荷看作無数个微量电荷在不同的位置上組