

大連工學院參考用書

物理學教程

第 二 冊

(電 學 部 份)

普 吉 洛 夫 原 著

物理教研組集體翻譯

大連工學院出版

1952年10月

大連工學院參考用書

物理學教程

第二冊

(電學部份)

普吉洛夫原著

物理教研組集體翻譯

大連工學院出版

1952年10月

目 錄

第一章 電 場

§ 1. 電量。庫倫定律.....	1
§ 2. 電力線。電場強度.....	3
§ 3. 高斯定理.....	5
§ 4. 電感應矢量.....	6
§ 5. 高斯定理的應用例題.....	8

第二章 電介質的極化

§ 6. 電介質的極化.....	11
§ 7. 介電常數。塞格涅多夫電介質.....	12
§ 8. 關於用虛靜電荷的分佈代替電介質極化的定理，極化係數.....	14
§ 9. 關於電介質的電子論.....	16
§ 10. 壓電現象，熱電現象.....	19

第三章 電位及電場中的導體

§ 11. 電場的位.....	21
§ 12. 導體的帶電.....	24
§ 13. 電場中的導體.....	26
§ 14. 電容量.....	28
§ 15. 靜電計.....	30

第四章 電場中的電能

§ 16. 電能.....	33
§ 17. 容電器的電容量及能量的計算.....	34
§ 18. 容電器的並聯及串聯.....	37
§ 19. 電場的能量.....	38
§ 20. 靜電高壓機.....	40

第五章 穩定電流的定律

§ 21. 電動勢和電壓	47
§ 22. 歐姆定律。電導	48
§ 23. 克爾希荷夫定律	50
§ 24. 電流分支	51
§ 25. 惠斯吞電橋和湯姆生電橋	53
§ 26. 電流源的串聯與並聯	54
§ 27. 焦耳定律	55

第六章 金屬內的電流

§ 28. 金屬的電子傳導	59
§ 29. 關於金屬比電阻的知識	60
§ 30. 超電導性	62
§ 31. 接觸電位差熱電動勢 拍耳帖現象	64

第七章 電解液的導電

§ 32. 電解液	67
§ 33. 對於電解質這類導體，歐姆定律的正確性	69
§ 34. 電解問題中的法拉第定律	69
§ 35. 電子的電荷量	70
§ 36. 在電極上的反應，與這類反應在工業上的應用	71
§ 37. 化學電池的理論	73
§ 38. 其他類型的電池電極的電位	75
§ 39. 電化學性的極化	78
§ 40. 蓄電池	78
§ 41. 腐蝕電化的本性	79

第八章 氣體和真空裡的電流

§ 42. 氣體裡的電離和電導	83
§ 43. 密立根實驗	85
§ 44. 陰極射線	85

§ 45. 輝光放電時真空中發生的現象	89
§ 46. 陽極射線	90
§ 47. 電子能量的量度，以法拉第一伏特及電子——伏特為單位，計算電子的速度的公式	92

第九章 電子發射及其應用

§ 48. 熱電子發射	95
§ 49. 倫琴射線管	97
§ 50. 整流電子管	99
§ 51. 放大電子管	101
§ 52. 光電子發射	104
§ 53. 次級電子發射電子倍加器	106

第十章 磁 學

§ 54. 天然磁性	111
§ 55. 磁化的物理本質	112
§ 56. 關於磁力的庫倫定律，磁導率	113
§ 57. 磁力線，磁場強度及磁感應	115
§ 58. 關於以虛構磁性的分佈代替磁化物體的原理磁化係數	118
§ 59. 鐵磁體，磁滯現象	119

第十一章 電流的磁場

§ 60. 電流的磁場	123
§ 61. 電流現象的兩面，電荷和電流的電磁單位	125
§ 62. 比奧薩瓦定律	127
§ 63. 直線電流和圓形電流的磁場	128
§ 64. 磁動勢	129
§ 65. 電流的感應磁通量。霍布金生公式	130
§ 66. 磁線管內鐵心的作用。電磁鐵的引舉力	131

第十二章 磁場對電流的作用

§ 67. 安培公式	135
§ 68. 法拉第對於磁場在電流上的有質動力作用的解釋	136

§ 69. 兩平行電流有質動力的相互作用	137
§ 70. 磁場對電子流的偏向作用（在真空和在金屬內）霍耳效應	138
§ 71. 導線在磁場內移動時所作的功	139
§ 72. 電動的量度儀器（電流計・和帶振示波器）	141

第十三章 電 磁 感 應

§ 73. 電磁感應	145
§ 74. 楞次法則	147
§ 75. 法拉第的電磁感應的圖形	148
§ 76. 法拉第電動力學定律	149
§ 77. 弗科電流	151
§ 78. 自感應	152

第十四章 電流的磁能。馬克士韋方程式

§ 79. 電流的磁場能量（動電能量）	157
§ 80. 自感和電磁鐵的能量	159
§ 81. 兩個重要的電動力學方程式	160
§ 82. 馬克士韋方程式	161

第十五章 電子的電磁性質量。磁的電子論

§ 83. 電子質量的測定	171
§ 84. 電子的電磁性質量	172
§ 85. 電子的縱質量與橫質量。電子的質量對於速度的依從性的羅倫茲——愛因斯坦公式	174
§ 86. 用實驗的結果來檢驗羅倫茲愛因斯坦公式	176
§ 87. 磁的力學現象（愛因斯坦與德哈日的實驗及巴爾涅特的實驗）	178
§ 88. 反磁質與順磁質的電子論	179
§ 89. 鐵磁質的理論。巴爾克豪森效應。居理點	181

第十六章 交流電原理

§ 90. 交流電	185
§ 91. 交流電的發生（導線在磁場內的轉動）	186

§ 92. 電壓和電流強度的有效值.....	187
§ 93. 電容的電抗.....	189
§ 94. 有感電抗.....	191
§ 95. 交流電的矢量圖.....	191
§ 96. 對複雜交流電路的被推廣了的歐姆定律.....	192
§ 97. 電共振.....	193
§ 98. 電路的功率係數.....	196
§ 99. 變壓器.....	198
§ 100. 三相電流.....	200
§ 101. 迴轉磁場.....	201

第十七章 電 振 盪

§ 102. 感應機.....	205
§ 103. 振盪線路.....	208
§ 104. 赫茨振盪子.....	211
§ 105. 振盪線路的自動激發.....	212

第十八章 電 磁 波

§ 106. 電磁場.....	217
§ 107. 電磁波的輻射.....	219
§ 108. 電磁波的傳播，希非沙衣德層.....	226

第十九章 電振盪和電波的應用

§ 109. 無線電通訊原理.....	231
§ 110. 聲音振動到電振動（傳聲器）及電振動到聲音振動（擴音器）的轉變.....	235
§ 111. 聲音的電紀錄及其重發.....	237
§ 112. 電視原理.....	240

第一章 電 場

§ 1. 電量。庫倫定律。電有兩種，而且祇有兩種：一種，如用硝過的毛皮擦玻璃棒，玻璃棒上所帶的電荷，稱為『玻璃棒上的電』（正電），另一種，用毛皮擦硬橡皮棒或火漆棒，硬橡皮棒或火漆棒上所帶的電荷，稱為『火漆棒上的電』（負電）。帶有同種電荷的兩個物體，互相排斥；帶有異種電荷的兩個物體，互相吸引。

在各種自然現象中，電荷決不會產生，也不會消滅；而僅是不同物體之間，有電荷分佈的改變。當一帶電的物體與一不帶電的物體相接觸，電荷的量沒有改變，但兩接觸物體之間的電荷分佈發生了變化。用摩擦起電或別的方法可以使某一物體帶正電，另一物體帶負電，但其所帶電荷的代數和恒不變。這便是電荷守恒定律，與物質守恒定律相似。所以我們有充分的理由稱電荷的量為電量。電量守恒定律是物理上的一個基本定律。

帶電體之間的相互作用力由庫倫定律決定。兩個點電荷 Q_1 與 Q_2 之間的相互作用力 F ，是沿著連接該兩電荷 Q_1 與 Q_2 所在的兩點之間的聯線而作用；上述相互作用力的大小與兩電荷的乘積成正比，與其間的距離平方成反比，即

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (1)$$

上式中的 K 是數值係數，對電荷在真空中的情形， K 的大小由所選用的單位而定。

異種電荷互吸，同種電荷互斥。

若量 Q_1 與 Q_2 的符號相同，則其乘積為正；所以庫倫公式中的力是正的，表示斥力。

若用庫倫定律來決定兩個帶電體之間的相互作用力， Q_1 與 Q_2 是指各帶電體上電荷的總和，故我們必需注意，僅在帶電體的大小與兩帶電體間的距離 r 相比很小時，公式（1）才能成立。若帶電體的大小與帶電體的距離相比不是充分的小，則此時其間的相互作用力，是物體上所有帶電的點所產生的作用力的合力。

庫倫定律已經利用扭秤（如圖 1 所示）多次證實而確立。在小球 n 與 m 上置同種的電荷，爲了平衡帶同種電荷的兩小球之間的斥力，旋轉圓盤 T ，以扭轉懸掛

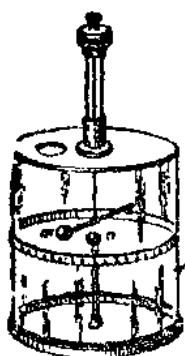


圖 1. 扭秤，庫倫在 1786 年曾利用類似的秤確立出常電體間相互作用力的定律

秤桿（一端爲小球 m ）的細金屬絲使 m 回到未帶電時的原位置，由金屬絲扭轉的角度可決定兩個帶電小球間的作用力的大小。

用來辨別帶電體的一種儀器，稱爲驗電器，驗電器的樣式如圖 2 所示。在銅桿 D 的上端有一銅球 C ，下端懸掛兩片鋁箔 EE 。帶鋁箔的銅桿由硬橡皮塞 B 固定於金屬瓶 A 中，瓶上有玻璃的窗。若置電荷於球 C 上，則鋁箔亦帶電，故兩箔互相排斥而張開，形成某一角度。

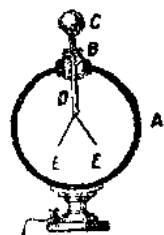


圖 2. 驗電器

量度電荷用的儀器，稱爲靜電計。一種靜電計——柯列布靜電計——如圖 3 所示。

較精密的靜電計到 § 15 再講。

規定這樣的一個電量，當它作用於另一和它相距 1 厘米（譯者注：在真空中）而且相等的電量上的力，恰爲一達因時，爲一單位電量。

用數字來表出這個定義：當 $r=1$ 厘米， $F=1$ 達因，同時令 $K=1$ ，則 $Q_1=Q_2=1$ 。

因此，採用上述單位後，庫倫定律應爲

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \text{ 達因} \quad (2)$$

如此建立的電量單位稱爲絕對靜電單位。以後 (§ 36) 我們將熟悉另一種由電磁學定律引導出來的電量單位，其名稱爲絕對電磁單位。很明顯地，由兩種完全不同的現象所引導出來的兩種單位是不相等的。我們用符號 CGSE 指絕對靜電單位。

實用上我們不採用靜電單位，因爲這種單位太小，實際上所碰到的電量，若用靜電單位表示，將是很大的數目；故電量的實用單位採用庫倫，而命

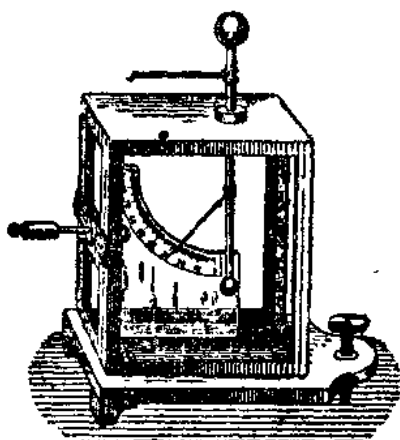


圖 3. 柯列布靜電計，由鋁箔偏離銅桿的角度可以決定驗電計上所帶的電量。

$$1 \text{ 庫倫} = 3 \cdot 10^9 \text{ CGSE} \quad (3)$$

1 庫倫的電量有時又稱作安培秒（因電流強度為 1 安培的電流，在 1 秒鐘內流過導線任一橫截面的電量，正好是 1 庫倫）。為簡便起見，以 k 表庫倫。

若 Q_1 與 Q_2 用庫倫為單位， r 用厘米為單位， F 用達因為單位，則庫倫公式中的比例係數 K 已不是 1，而是 $9 \cdot 10^{18}$ 。

用庫倫表出的電量與靜電單位相比究竟有多大，要得到一個清晰的觀念，我們來計算 1 庫倫的電荷作用在另一和它相距 1 千米的相等電荷上的作用力，由庫倫公

$$\text{式 } F = \frac{9 \cdot 10^{18}}{(10^5)^2} \text{ 達因} = 9 \cdot 10^8 \text{ 達因，約爲 } 0.9 \text{ 頓。}$$

實際上不可能使一物體帶電到一庫倫或接近一庫倫。這樣大的電荷不可能固定於一物體上，任何絕緣體都將被穿毀。我們能使很大的電荷運動，但要得到靜止電荷，祇能限於微量電荷。

我們看到，庫倫定律與牛頓萬有引力定律形式上是類似的。但必需注意，其類似僅是兩者的作用力與距離平方成反比，與電荷或質量的乘積成正比。但相同電荷的互斥，而不是相吸，根本破壞了其類似性。再者，帶電體所帶電荷不僅作用在附近的電荷上，而且也作用於帶電體周圍的介質上，由於這種作用，使電荷間的相互作用力變的很複雜（與質量的萬有引力相比）。所有的物體（物質），依照其與電荷的關係，可以分為兩類：絕緣體（介電質）與導體。由於附近有電荷，絕緣體要『極化』，導體要『感應帶電』（這些現象是相同的，以後再討論），關於介質的作用，由實驗得知，兩帶電體置於任何介質中，其相互作用力都比在真空中小 ϵ 倍， ϵ 由介質的性質而定。故庫倫定律在這種情形必需寫作以下形式：

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon r^2} \quad (4)$$

量 ϵ 稱作介質的介電常數。真空的介電常數等於 1。

§ 2. 電力線。電場強度。電力所作用的空間，稱作電場。

作用在空間任意一點處一單位正電荷上的電力矢量，稱為該點的電場強度。

各點的力場由各該點的電場強度的一定的數值與方向來表徵，除了『電場強度』的名稱之外，有時也採用另外的名稱——『場力』。

在場中任一電場強度為 E 的位置上，放一電量為 Q 的電荷，則作用於此電荷上的力 F ，若放的是正電，方向與電場強度 E 相同；若放的是負電，則方向與 E 相反；而 F 的大小將是電場強度的 Q 倍：

$$F = QE \quad (5)$$

由庫倫定律知道, 在離點電荷 Q 的距離為 r 的 A 點, 由 Q 所生產的電場強度值為

$$E = \frac{Q}{\epsilon r^2} \quad (6)$$

其方向是沿由電荷 Q 所在的點到 A 點的徑矢 (電荷是正的, 指向由 Q 到 A ; 電荷是負的, 指向由 A 到 Q)。

在孤立的電偶極子的情形 (圖 4), 在偶極子軸的延長線上離其中心為 r (比電偶極子兩電荷間的距離 λ 大的多)

的任意點的電場強度, 等於構成電偶極子的兩電荷 $+Q$ 與 $-Q$ 在該點的電場強度之差:

$$E = \frac{Q}{\epsilon \left(r - \frac{\lambda}{2}\right)^2} - \frac{Q}{\epsilon \left(r + \frac{\lambda}{2}\right)^2} \approx 2 \frac{M}{\epsilon r^3}$$

式中電偶矩 $M = Q\lambda$ 。

所以在電偶軸的延長線上的各點的電場強度與電偶矩成正比, 與其離中心的距

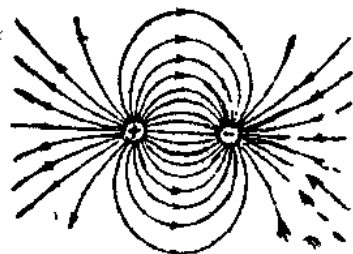


圖 4. 電偶極子 (兩個等量不同性的電荷) 的電力線圖

離的立方成反比。

在穿過電偶中心而垂直於其軸的方向上各點的電場強度比軸上各點的小一倍, 等於 $\frac{M}{\epsilon r^3}$ 。在電偶的電場中, 其他各點的電場強度矢量所取的方向, 由圖 4 中表示出來。

普遍的情形, 欲求幾個電荷的 (數目任意多) 電場強度, 必需用矢量的加法 (重覆的應用平行四邊形加法規則) 將各個電荷所產生的電場加起來。對於求幾個磁極所產生的磁場也是一樣。

電場強度 E 的絕對靜電單位是這樣的電場強度, 它作用於 1 靜電單位的電量上的力為 1 達因。這電場強度的單位沒有特別的名稱。

實用的單位比靜電單位小 300 倍, 稱為每厘米伏特, 或伏特/厘米。 (參看 32 頁)。

若由力場中某點沿該點的力場強度方向引線到其鄰近的點, 然後再由這第二點沿其力場強度方向引線到第三點, 如此繼續做下去, 在力場中得一曲線, 稱之為力線。因此, 力線在各點的方向與各該點的力場強度方向一致。

電力線是點電荷（假設無慣性）在電場中運動所應走的路徑。對於電力線必需指定方向：正電荷沿線上運動的方向，定為正方向，反之，為負方向。故電力線的正方向是由正電荷到負電荷的。

正電荷是電力線的起源，負電荷是其終點。

電力線開始於正電荷，終止於負電荷。

電場中兩條電力線永不相交；假如它們相交，表示電力線在空間中同一點有兩個不同方向，顯然地，這是不可能的。

現在來講一講所有特殊電場中電力線的分佈與形狀。孤立的點電荷所產生的電力線是沿徑輻射的。兩塊帶電的平行板間的電力線，是一組平行線。

在一玻璃平板上厚厚的塗上一層凡士林，然後撒上一層細碎的金雞納霜結晶或石膏結晶，將此玻璃平板置於電場中，則金雞納霜結晶的取向是沿電力線的方向，於是就得到電力線圖（圖5與圖6）。在圖4與圖7中畫的是兩個等值異性與等值同性電荷的電場圖。

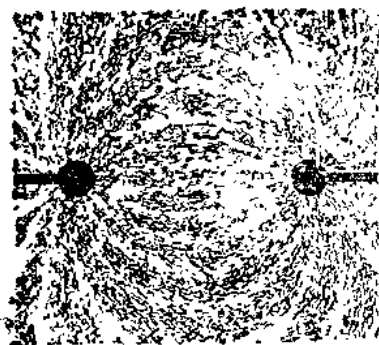


圖 5. 利用金雞納霜結晶在凡士林中所做出的兩個帶異性電荷的球的電力線圖。

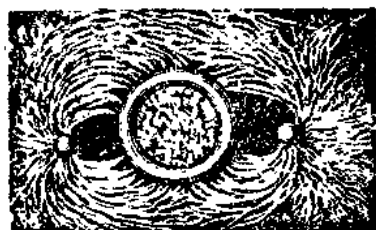


圖 6. 金屬環在兩個異性電荷的電場中。電力線的端點均趨於金屬環，而在環的面內中斷，在環內沒有電場。此圖是用碎石膏結晶做出的。

§ 3. 高斯定理。由於電力線的概念使我們能够清晰而簡單地研究電的現象。

通過電場中每一點均可引一條電力線。電力線的數目是無限的；在描繪電場時，可以畫的很密，相反地，也可畫的很稀。爲了用電力線密度來表示電場強度的大小，我們作下面的規定：在電場中任一與電力線垂直的截面上，每一平方厘米面積內穿過的電力線數等於該截面所在處的電場強度的數值。若電場強度等於

（譯註：當平板面積比起兩板間的距離是很大時）。

E 單位，則穿過 1 平方厘米的垂直截面積的電力線必定是 E 條。

這種電場的特別表示法有很重要的優點：也就是這些電力線表示了全部沿線的電場；同時，由任一封閉曲面發出的電力線總數可以判斷該曲面所包圍的空間中有多少電量。

圍繞任一點電荷 Q 作一個半徑為 r 的球面，因電場的力線是沿半徑的方向，而球面的全部均與半徑垂直，所以在這種情形，穿過球面上各平方厘米的電力線數目必定等於該球面上的電場強度，即有 $\frac{Q}{\epsilon r^2}$ 條電力線。 ϵ 是介質的介電常數，且假設介質是均勻的。球面積等於 $4\pi r^2$ ，因此，由球面內發出的電力線總數是：

$$N = 4\pi r^2 \cdot \frac{Q}{\epsilon r^2} = \frac{4\pi Q}{\epsilon}$$

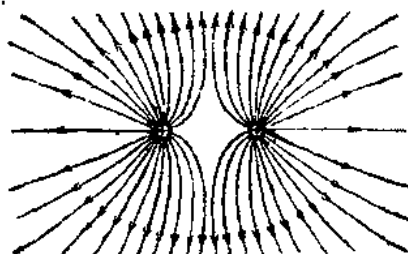


圖 7. 兩個等值同性電荷的電場中力線圖。

電荷是正的，電力線數 N 是正的；電荷是負的， N 也是負的，即力線進入球面內。

這數目是與 r 無關的，所以在描繪電場的圖時，我們用連續的線條，從電荷的近處畫到遠處。這樣，力線的疎密也正好代表電場的強弱。力線僅能起始或終止於電荷上。

高斯發現，由上面電力線數目的公式推知放射的電力線數目與所放置的電荷有一定的關係。

高斯定理可表述如下：若在電場圖中用電力線的疎密表示各點的電場強度，則由包含電荷 $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$ 的任一封閉曲面放射出來的電力線數目的代數和為

$$N = \frac{4\pi}{\epsilon} (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots). \quad (7)$$

若任意作一封閉曲面，它不包含電荷，或是包含相等數量的正負電荷，則由此曲面發出的電力線數目的代數和等於零，就是說，由曲面發出多少電力線，也進去多少電力線。

§ 4. 電感應矢量。用電力線描繪電場圖所有的主要優點，在非均勻介質的電場中就失去其作用。

若電場中充滿了不同的電介質，則在這種情形上面推導出來的高斯定理的計算公式就不能適用。

例如：我們假想在一定空氣球的中心置一點電荷 Q ，空氣球放在一介電常數

爲 ϵ 的油中（空氣的介電常數近於 1）。

此時在電荷周圍的空氣中有 $4\pi Q$ 條電力線，在空氣球（半徑爲 r ）的面上，電力線密度等於 $\frac{Q}{r^2}$ ，而這同一球面，在油中的電場強度及電力線密度等於 $\frac{Q}{\epsilon r^2}$ ，比在空氣中小 ϵ 倍。由此球面發出的電力線總數也小 ϵ 倍，即 $\frac{4\pi Q}{\epsilon}$ 條。所以，穿過不同電介質的分界面，損失一些電力線。（圖 8）

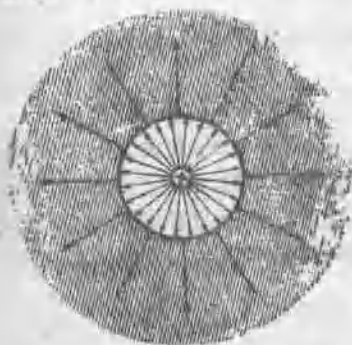


圖 8. 電荷在空氣球的中心，而球浸在油中。在分開空氣與油的分界面上有一部分電力線不連續。

在上面例中，電力線是垂直於分界面的。普遍的情形，電力線斜射於分界面上，電場強度矢量的垂直分量，如同上述垂直投射的情形，感受一相等的跳躍。

若一個電介質的介電常數是 ϵ_1 ，另一個是 ϵ_2 ，則電場強度的垂直分量的跳躍由下式決定：

$$\epsilon_1 E_{n1} = \epsilon_2 E_{n2} \quad (8)$$

式中 E_{n1} 是電場強度在第一電介質中的垂直分量； E_{n2} 是第二電介質中的電場強度的垂直分量。平行於分界面的切線分量在由一個電介質變到另一電介質時沒有任何跳躍而是連續的。因此，電力線在兩個電介質的分界

面上發生「折射」現象（圖 9）。

爲了保持所有由高斯定理得到的優點，必需引進一新的量，代替在兩種介質分界面上發生跳躍的電場強度，而這新的量，沒有這種跳躍。這樣的量很容易指出，因爲穿過一介電常數爲 ϵ 的介質，電場強度 E 與電力線數減小 ϵ 倍，故需對電場引進一矢量 $D = \epsilon E$ 。明顯地，當穿過新的介質時，這新的量保持不變（ E 減小多少倍，它正好增大相同的倍數）。矢量 $D = \epsilon E$ 稱爲電感應。

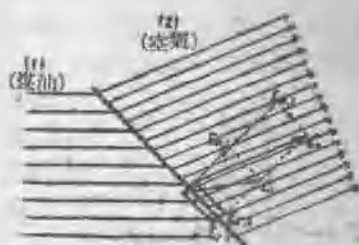


圖 9. 電力線在兩個電介質——煤油 (1) 與空氣 (2)——分界面上的折射。

（有時我們在電學中引進電位移代替電感應，電位移與電感應祇差一係數 $\frac{1}{4\pi}$ ，即 $D_{CM} = \frac{\epsilon}{4\pi} E$ ；有些作者也稱電位移爲電感應）。

前面利用電力線描述電場，用電力線的疎密量度電場強度；同樣地我們現在用電感應線來描述。電感應線的方向與電力線相同（僅在晶體中例外，電感應線可以與電力線不同方向）。爲了表示電感應的量，我們仍然規定 D 是多少絕對靜電單位則穿過每單位的垂直截面積的電感應線就有多少條。

電感應的主要優點在於高斯定理可以無條件地應用。現在高斯定理爲：穿過任何封閉曲面的電感應線數的代數和，不管介質的性質如何，均等於

$$N_{\text{電感}} = 4\pi(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots) \quad (9)$$

式中 $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$ 是包在曲面內的電荷（比較上節最後一段）。

在真空中，電感應線數與電力線數相同。

穿過電場中任一曲面的電感應線數，稱爲穿過該曲面的電感應通量。

假設在電介質中做一狹縫形的真空溝腔，其分界面垂直於電介質中的電場方向。由於電感應線的連續性，若分界面充分地寬廣，則狹縫中的電感應線的密度與介質中相同。所以，若 D 是介質中的電感應矢量， $D_{\text{空}}$ 是狹縫中的電感應矢量，則 $D = D_{\text{空}}$ 。但在真空中，電感應與電場強度 $E_{\text{空}}$ 完全相同（大小與方向），因此

$$D = E_{\text{空}} \quad (10)$$

即電介質中的電感應，是用作用於無限寬廣的狹縫中的單位正電荷上的力來量度的；該狹縫是與電場垂直的。

§ 5. 高斯定理的應用例題。我們現在應用高斯定理來計算幾種特殊情形的電感應矢量。

很長的帶電圓柱體（例如帶電導線），其半徑爲 r ，在它所產生的電場中，電感應線與電力線都沿圓柱橫截面的半徑方向均勻地四散發射。因此，穿過一個半徑爲 R 高爲 h 的共軸圓柱形盒子的側面及上下底面（圖10）的電感應通量等

於 $2\pi R h D$ （因 D 與底面平行，故穿過底面的電感應通量等於零）。若圓柱面上的電荷表面密度是 σ ，則圓柱形盒子所包含的電荷等於 $Q = 2\pi r h \sigma$ 。

由高斯定理：

$$N = 2\pi R h D = 4\pi Q = 4\pi \cdot 2\pi r h \sigma$$

故

$$D = eR = \frac{4\pi r \sigma}{R}$$

即很長帶電圓柱體周圍的電場強度與其離軸的距離成反比例。

第二個例子我們來研究兩塊無限大的帶異性電的

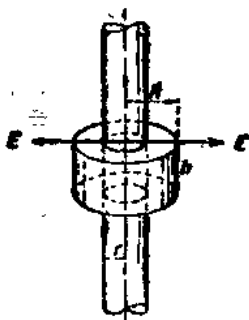


圖 10

平行板，其電荷表面密度各為 $+\sigma$ 及 $-\sigma$ 。因兩板之間的電感應線及電力線均與兩板面垂直，即與圖11中所畫的圓柱形盒子的軸平行，故穿過此圓柱形盒子側面的（譯者註：指曲面部份）電感應通量等於零。在兩板外面的空間，兩板上異性電荷的作用互相抵消了（因兩板是無限大，而其電荷表面密度是均勻的），故兩板外面沒有電場。因此穿過封閉圓柱形盒子的全部表面的電感應通量等於 SD ， S 是該盒的底面積， D 是 A 點的電感應矢量（ A 是圓柱形盒子在兩板內的底面上的一點）。被圓柱形盒所包的板面上的電量為 $+\sigma S$ ，由高斯定理

$$N = SD = 4\pi Q = 4\pi\sigma S$$

故

$$D = \epsilon E = 4\pi\sigma \quad (11)$$

即兩塊帶異性電荷的無限大平板之間的電場中，各點的電感應不僅方向一致，而且大小也相同。

在兩塊有限大小平行板的情形，公式 $D = 4\pi\sigma$ 在板的中央部分仍然正確（在板的邊沿部分，這公式就不正確了，但兩板的距離與面積相比愈小，這公式的差誤也就愈小）。

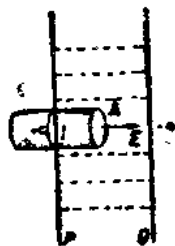


圖 11

