

高等学校教学用书

普通物理學

第二卷 第一分册

C. 9. 福里斯 著
A. B. 季莫列娃

商务印书馆

高等學校教學用書

普通物理學

第二卷 第一分冊

C. Д. 福里斯, A. B. 季莫列娃著
梁寶 供 譯

商務印書館

本書是根據福里斯(С. Э. Фриш)和季莫列娃(А. В. Тимо-
рева)合著,蘇聯國家技術理論文獻出版社(Государственное из-
дательство технико-теоретической литературы)出版的普通物
理學(Курс общей физики)第二卷的1951年增訂版譯出的。原書經
蘇聯高等教育部審定為國立大學物理系及應用物理系教學參考書。

本書(第二卷)分上下兩冊出版。上冊內容為靜電及直流。靜電學
部分論述基本靜電現象與電介質中的靜電現象。直流部分論述直流
底基本定律和電解質及氣體中的電流。下冊內容為電磁現象。

本書可作為大學物理系課本及非物理系的物理學參考書。

普 通 物 理 學

第二卷 第一分冊

梁寶洪譯

★ 版權所有 ★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

(上海市書刊出版業營業許可證出字第〇二五號)

新 華 書 店 總 經 售

集 成 印 製 廠 印 刷

(13017-55)

1953年2月第1版	開本 850×1168 1/32
1956年3月第5版	印張 8 15/16
1956年11月第4次印刷	印數 73,501—81,500
定價(8) 0.93	

目 錄

第四編 靜電學

第十四章 基本靜電現象1

§111. 緒論	1
§112. 電荷	3
§113. 導體和絕緣體	7
§114. 庫侖定律	9
§115. 靜電場底強度	13
§116. 電力線	19
§117. 電通量、奧斯特洛格拉得斯基—高斯定理	21
§117 a. 奧斯特洛格拉得斯基—高斯定理底更嚴密的推導	25
§118. 奧斯特洛格拉得斯基—高斯定理底應用	27
§119. 靜電場底力所作的功。電位	34
§120. 等位面	41
§121. 靜電場強與電位之間的關係	44
§121 a. 場強、電位和體電荷密度之間的關係	47
§122. 靜電場中的導體	49
§123. 導體表面附近的場強	53
§124. 外電場中的電偶極子	56
§125. 導體底電容	58
§126. 電荷系底能量	62
§127. 靜電場底能	68

第十五章 電介質中的靜電現象73

§128. 電介質、介電常數	73
§129. 有電介質的電容器底能量	76
§130. 電介質底極化、極化向量	78

§131. 電介質中的場強	82
§132. 有電介質存在時作用於帶電體上的力	86
§133. 電位移向量	90
§134. 向量 E 和 D 底物理意義	95
§135. 有極電介質分子底偶極矩底決定	99
§136. 晶體底電介性質、壓電	101
§137. 電容器	103
§137 a. 各種形式的電容器	106
§138. 電位差底量度	110
§139. 很小的電荷底測定、電子底電荷	114
§140. 靜電場底性質	120

第五編 直流

第十六章 直流底基本定律125

§141. 直流、歐姆定律	125
§142. 導體底電阻	127
§143. 電流密度向量	131
§144. 電荷不滅定律、穩定電流底閉合性	134
§145. 楞次—焦耳定律	137
§146. 電流強度和電位差底測定	142
§147. 電阻和電阻底測定	146
§148. 導體中的自由電子	148
§149. 從電子論底觀點研究歐姆定律和楞次—焦耳定律	151
§150. 金屬底導電性與導熱性之間的關係	157
§150 a. 金屬與半導體底導電性底能帶論	159
§151. 閉合的直流電路	163
§152. 直流電路中放出的能量	167
§153. 關於非均勻電路的歐姆定律、克希霍夫定律	169
§154. 應用克希霍夫方程式解各種問題	174
§155. 接觸電位差	183
§156. 接觸電位差底理論	186
§157. 伽伐尼電池	191

§158. 溫差電現象	193
§159. 灼熱導體底電子發射	198
§160. 李查孫公式底推導	207

第十七章 電解質與氣體中的電流 210

§161. 電解導電性	210
§162. 法拉第定律	213
§163. 電解分離	216
§164. 溶液中離子底能量	219
§165. 電解導電底理論	221
§166. 電極底極化	227
§167. 電解底技術上的應用	230
§168. 固體底電解導電	233
§169. 氣體中的電流	236
§170. 氣體底被激導電底理論	239
§171. 氣體離子底復合係數與遷移率底實驗測定	244
§172. 電子流通過真空	253
§173. 保古斯拉夫斯基—朗密爾公式底推導、電流強度底起落	257
§174. 氣體中電子底平均自由路程	260
§175. 電子與原子和分子之間的碰撞	265
§176. 低壓氣體中電子底遷移率	271
§177. 氣體底自激導電	274

第四編 靜電學

第十四章 基本靜電現象

§411. 緒論 紀元前第七世紀的時候，希臘哲學家德利斯 (Thales) 曾敘述過織工們所觀察到的，用毛織物摩擦過的琥珀能夠吸引某些輕物體的現象。二千多年之後，即在 1600 年，英國醫生吉柏才把這發現擴大，他發現玻璃和許多其他物質同絲絹摩擦之後，也能得到類似的性質。在這種狀態中的物體，叫作帶電體，或者按字面來講，叫它作“琥珀化的”物體，因為按希臘文，“*электрон*”底意思是琥珀。

在以後的差不多二百年裏——到十八世紀末——物體帶電底研究發展得很慢，而且基本上是和其他自然現象底研究分離地進行着。主要地是研究摩擦帶電和帶電體間的相互作用力。這一部分關於電的知識後來叫作靜電學。

伽伐尼於 1789 年發現了電流底生理作用。他用銅鉤子鉤住新解剖的蛙底腰神經，把它掛在陽台的鐵欄杆上，這時他注意到，每當欄杆和蛙底肌肉接觸的時候，肌肉就收縮一下。那個時候雖然已經知道，當

帶電體通過肌肉放電的時候，就發生肌肉底收縮，但是很長一個時期却未能發現電現象底統一性，因而通常把“伽伐尼電”跟摩擦產生的電區別開來。在十九世紀初，才出現了一些重大的發現，這些發現揭示了電現象底極端的多樣性：研究了電流發生底條件，發現了電流底熱效應和磁效應，說明了電介質底作用等等。電學在十九世紀下半期有了更深入的、迅速的發展。經過法拉第和馬克士威底研究，確定了電磁現象底統一性，發現了電磁波，創立了光底電磁理論。

電學底發展，其原則性的意義是非常重大的：一方面，它指明了把電現象歸之於機械現象底不可能性，另一方面，它又表明了電現象和一切其他物理過程之間的密切的相互聯系。所以電學對於由機械唯物論過渡到辯證唯物論這件事是起了促進的作用。最後，電現象底實際應用也是很重要的。

在電學底發展中，俄國的學者們曾起過傑出的作用。在十八世紀中期，М. В. 羅蒙諾索夫和 Г. В. 里赫曼 (Рихман) 共同研究了雷爾現象，得出的結論是：空氣帶電底發生是由於上升氣流之間的摩擦作用。羅蒙諾索夫於 1753 年發表了當時的先進思想：電是以太微粒底很迅速的轉動。在同一年裏，彼得堡科學院向全世界懸賞徵文，題目是“論電力底性質”。1755 年，Л. 歐拉 (Эйлер) 底著作得到獎金，他在這著作裏用以太中的張力來說明帶電體間的相互作用。彼得堡科學院院士愛皮努司 (Эпинус) 引入了在當時是很有名的單一“電的流體”學說。在 1803 年，瓦西里·彼得洛夫 (Василий Петров) 發現了電弧，並且指出了它的可能的實際應用。他也是研究電流通過液體的時候，液體電解分離的最早的人中的一個。在十九世紀三十和四十年代，俄羅斯科學院院士兼彼得堡大學教授 Э. X. 楞次發現了最重要的、確定應電流方向和電流底熱效應的定律。在十九世紀下半期，А. Г. 斯托列托夫 (Столетов) 提出

了研究鐵底磁性的方法，並且發現了光電現象。1895年 А. С. 波波夫 (Попов) 發明了無線電報，而在不幾年之後，П. Н. 列別迭夫 (Лебедев) 就得到了幾毫米長的電磁波。在二十世紀初，莫斯科大學教授 А. А. 愛欣瓦爾德 (Эйхенвальд) 用實驗證明了運動着的電荷和電流一樣，能夠產生磁場。我們蘇聯的科學家在電學底各部分中都已達到傑出的成就。

俄國的發明家對於電工學底發展也是有很大供獻的。В. С. 亞科比 (Якоби) 最先製造出電動機，並且應用它來開動船和車；他並且發現了電解底實際應用 (電鍍)。П. Н. 亞布洛奇科夫 (Яблочков) 發明了第一個實際適用於照明的電弧，而 А. Н. 羅德金 (Лодыгин) 發明了白熾燈。П. Н. 亞布洛奇科夫又和 И. Ф. 伍薩金 (Усатин) 首先把電變壓器應用到實際上去，而 М. О. 多里沃·多布洛沃爾斯基 (Долivo-Добровольский) 把三相電流應用到實際上。Н. Г. 斯拉夫揚諾夫 (Славянов) 和 Н. Н. 別納爾多斯 (Бенардос) 發明了電焊。

現代的電工學在工業上所佔的重要位置，也就決定了電工學在我們國家中所起的巨大作用。列寧在他的名言中曾強調過電工學底重要性：“共產主義等於蘇維埃政權加上全國電氣化”。偉大的十月革命之後產生的對於科學和技術底發展非常有利的條件，使我們國家底電氣化以空前迅速的速度進行着，而且使我們在電學和電現象底實際應用方面獲得了新的傑出的成就。

§112. 電荷 根據電學發展底歷史進程，我們從帶電狀態底描述和帶電體底相互作用定律開始講述。如我們所已指出的，電學底這一部分叫作靜電學。十八世紀初的時候所作的實驗，就已表明帶電狀態有兩種，而且只有兩種：一種是和用毛皮摩擦過的玻璃底帶電性質相同的帶電 (叫作正的)，另一種是和用玻璃摩擦過的毛皮底帶電性質相

異的帶電（叫作負的）。帶電相同的物體（例如帶正電）互相排斥；帶電相反的物體則相互吸引。接觸的時候，帶電狀態能够從一組物體傳遞到另一組物體上去。

在帶電狀態中的物體具有所謂電荷，用作物體帶電底量度。下面將給電荷概念下定義。

由帶電體之間的相互作用力能够確定帶電底程度。例如，用兩個繫在長線上的輕的小球（圖1），就能够定性地確定帶電底程度；在小球帶同種電的情形下，它們之間發生排斥力，因此它們分離開；小球帶電愈強，則分開愈甚。實際使用的是一種特製的儀器——驗電器，如圖2所示。

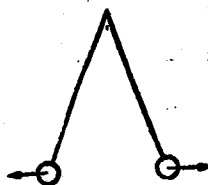


圖 1.

帶電小球底相互作用。

圖2所表示的驗電器底構造如下：把兩片薄的金屬箔 E_1 和 E_2 固定在金屬桿 D 上；用硬橡皮塞 B 把帶着箔的金屬桿裝置在一個金屬盒子裏，盒子上有一小玻璃窗，備觀察金屬箔用（註）。如果使一帶電體和金屬桿 D 接觸，把電荷傳給它，則箔帶電，互相排斥而分離開。由箔底分開程度，能够判斷傳給箔的帶電程度。

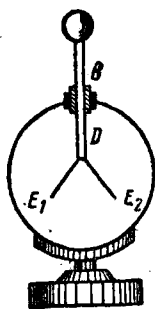


圖 2.
箔驗電器。

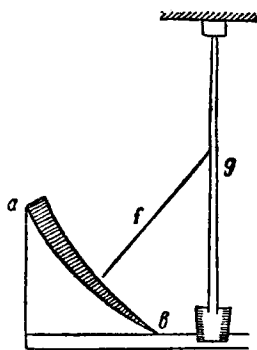


圖 3.
F. B. 里赫曼底靜電指示器。

爲了更準確地、定量地確定帶電程度，驗電器必須備有刻度。這種儀器叫作“靜電指示器”，或者叫作靜電計，是 F. B. 里赫曼於 1745 年同 M. B. 羅蒙諾索夫觀察雷雨放電時發生的帶電的時候首次作出的。圖3是 F. B. 里赫曼底“靜電指示器”底簡圖，在這個圖裏， g 表

（註）下面 (§122) 將指出這個盒子底作用。

示一金屬的、垂直掛起的直尺。絲線 f 底一端固定在直尺上。帶電的時候，線就離開直尺，線底偏轉程度可以從畫在木製的象限 ab 上的分度確定。

圖4所表示的是按里赫曼底圖作成的、現代的靜電計。如果使桿 D 帶電，箔 E 就離開固定的桿 D ；箔偏轉底大小，與帶電程度有關係，可以從刻度決定。

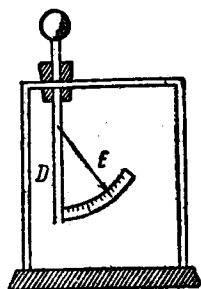


圖4. 靜電計。

能够幫助我們理解帶電過程的極重要的現象如下所述：如果開始使一個，比如說，帶正電的物體帶負電，則這物體底帶電狀態起初減小，以後完全消失，祇有在這以後，這物體才開始帶負電。由此可知，異號電荷互相抵消。由這一事實得出一個假說：即使在不帶電的物體中，也總有電荷在，不過符號相反，而它們底量則恰使它們底作用完全抵消。含有過多的正電荷的物體帶正電。含有過多的負電荷的物體帶負電。以摩擦使物體帶電的時候，兩個物體都帶電，而且總是一個物體帶正電，而另外一個帶負電。由此我們得到結論：電荷既不產生，也不消滅，它們只能夠從一個物體轉移到另外一個物體上，或者在一已知物體內移動。這

個原理，叫作電荷不滅定律，是電學底基本定律，而且為許多的事實（其中的一件就是愛皮努司所發現的感應帶電）所證實。

感應帶電現象如下所述：如果將一帶電體 A （圖5a）移近一個絕緣導體 B ，則在導體 B 上有電荷出現，而且在 B 底靠近 A 的一端出現符號相反的

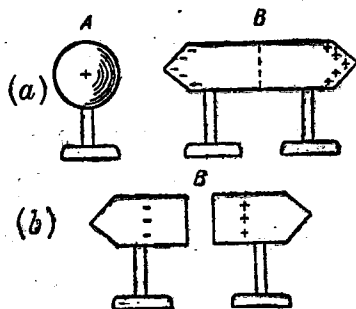


圖5. 感應帶電。

電荷，而在較遠的一端，電荷符號則與物體 A 的相同。如果將帶電體 A 移去，則導體 B 上的電荷消失。但是，如果在帶電體 A 移去之前把導體 B 分割為兩部分（圖 5 b），則即使在帶電體 A 移去之後，這兩部分上面的電荷也仍保留着。如果假定導體 B 中總有兩種符號的電荷存在：正電荷和負電荷，並且假定這些電荷（或者至少是一種符號的電荷）能夠自由地在導體內移動，那就能夠直接說明上述的實驗。當我們把帶正電的物體 A 移近導體 B 的時候，存在於導體 B 內的負電荷被吸引，而正電荷被排斥，因此，在導體 B 底兩端發生符號不同的帶電。如果把帶電體 A 移去，則外力對於導體 B 內的電荷的作用停止，電荷“混合”起來，因而整個導體 B 底各部分又變為中性的。但是，如果當帶電體 A 還在導體 B 近旁的時候，把導體 B 分成兩部分，則當帶電體 A 移去之後，導體 B 內的電荷不能夠“混合”，因而由導體 B 分成的兩部分仍然帶電。如果使由導體 B 分成的兩部分接觸，就很易證實這兩部分上保留的電荷底大小相等，因為接觸以後，物體 B 變為中性的。

中性物質中兩種電荷底存在和這兩種電荷底不滅性，可以認為是完全確立了的。

十八世紀中葉發生的、最早的、關於電現象的學說，是假定有一種特殊的電的流體存在。後來又出現了一種學說，假定有兩種電的流體——正的和負的——存在。彼得堡科學院院士愛皮努司發展了單一電的流體學說，他認為這種電的流體是正的。根據愛皮努司的學說，物體中的這種流體底過多使這些物體處在帶正電的狀態中，而這種流體底不足使它們處在帶負電的狀態中。上世紀末就確定了基本的負電荷（叫做電子）底存在；電子是負電底原子。每個電子有完全一定的電荷 e 和質量 m ，電子底質量約等於最輕的原子（氫原子）底質量底 $1/1840$ 。電子是一切原子底組成部分；原子底中心部分，即所謂原子核，帶有正

電荷；幾乎整個原子底質量都集中在它的核裏。在現代，我們知道還有正電子存在，但是它們很少在自由狀態中出現，所以我們暫時不研究它們。

§113. 導體和絕緣體 實驗表明，一切物體可分為兩類：1) 傳電的物體，叫做導體，2) 不傳電的物體，叫做非導體（也叫做絕緣體或電介質）。導體分為第一類導體和第二類導體。在第一類導體中，電荷底移動並不引起導體底化學性質底任何變化，也沒有任何顯著的物質底遷移；在第二類導體中，電荷底移動是和化學變化聯繫着的，這種化學變化使構成這種導體的物質在它和其他導體接觸的地方分離出來。一切金屬都屬於第一類導體；熔解了的鹽、鹽底溶液、酸和鹼是第二類導體。鹽底晶體、油、空氣、玻璃、磁器、硬橡皮、橡皮、琥珀和一系列的其他物質是絕緣體。

在現代，還再分出半導體這一類。這是具有雖然很小，但却是可以觀察出的導電性和一系列其他性質（根據這些性質而將它們合併為特殊的一類）的物體。

在金屬（第一類導體）中，一部分電子能够自由地在各個原子之間移動。在未帶電的金屬中，自由移動的電子底電荷被和金屬底結晶格子骨架聯系着的正電荷抵消。導體帶電是由於導體中的電子數目底變化：帶負電的時候，有過多的電子由外面附加於導體上，在帶正電的情形下，導體底一部分電子被剝奪，結果未被完全抵消的原子核底正電荷開始呈現。

在感應帶電的情形下，電子在外界電荷底引力或斥力作用下移動到導體底一端；在這一端就有過多的電子，這就引起負電荷底出現；而在導體底另一端，由於缺乏電子，就出現未被抵消的正電荷。

一切金屬中的所有電子都是相同的，因此，電子底移動並不引起第

一類導體底化學組成底變化。而電子底質量是這樣微小，以致在實際所能達到的帶電情形下，無法觀察出由於導體內電子數目變化而發生的質量變化。(註)

第二類導體中沒有自由電子，但在第二類導體中却存在着缺少電子或者有過多電子的原子或分子。這種荷電的原子或分子，叫作離子。第二類導體中電荷底移動是由於離子底移動，以此可以說明在這種情形下在第二類導體中發生的化學變化。

電介質——電底非導體——是由分子構成的，在這種分子中，有等量的正電荷和負電荷，或者是由離子構成的，這些離子不能夠自由地在電介質中移動。在電力底作用下，電介質中的電荷僅能稍微地改變自己的位置，或者改變自己的取向。可以作為電介質底模型的是這樣的物質，在這種物質中，成對結合着的異號電荷(有極分子)底取向是無規則的(圖 6 a)，所以不論就整體看，還是就各部分看，電介質都是中性的。將一帶電體持近電介質的時候，電介質中的電荷並不移動，而僅取向相同(圖 6 b)，結果在電介質上，在和被持近的帶電體相對的一端，出現符號相反的電荷，而在另一端出現同號的電荷。電介質底這種狀態，叫做極化。它和感應現象中導體上發生的帶電不同。

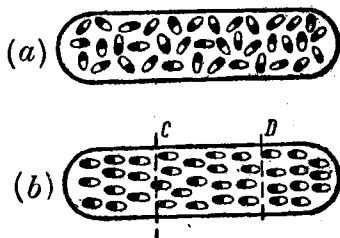


圖 6. 電介質底極化。

如果將極化了的電介質，比如說，沿直線 D 和 C (圖 6 b) 分割開，則就整體看，每一部分都是中性的，僅在表面上呈現某種符號的電荷。

在電力很強的情形下，電介質底分子可能被破壞，這時候電介質就

(註) 見 §189 中的計算。

變成導體。這種現象叫做電介質底擊穿。

§114. 庫侖定律 電荷底相互作用定律是靜電學底基本定律。因為帶電體底相互作用是和它們的形狀、大小有關係的，所以爲了確定相互作用定律，我們研究所謂點電荷。點電荷表示這樣的帶電體，它們的大小和它們之間的距離比較起來，是很小的。顯然，任何帶電體都可以看作是點電荷底集合。

庫侖於 1785 年以實驗確定了兩個點電荷底相互作用定律。庫侖定律同時包含電荷大小底定義。

所有庫侖的測定，都是在空氣中作的，但是嚴格地講；這一節中所講的表示庫侖定律的式子，是關於真空的，即其中沒有大量原子、分子或其他質點的空間。

庫侖根據用扭秤(圖 7)所作的測定，確定了點電荷底相互作用定律。這秤底構造如下：在一個大的玻璃容器中，用一根細線將一根玻璃棒掛起來，這玻璃棒一端帶有一個金屬小球 m ，而另一端有一平衡體。另外一個金屬小球 n 被固定在一玻璃座桿上。可以從外面將電荷給與這兩個小球，小球能夠將給與它們的電荷保持相當長的時間，因為它們是彼此絕緣的，和周圍物體之間也是絕緣了的。轉動繫着懸線(這線支持着帶有小球 m 的棒)的秤頭時，可以改變小球 m 和 n 之間的距離。如果給小球 m 和 n 以電荷，他們將開始吸引或者排斥(依電荷的符號而定)，結果帶有小球 m 的棒轉過某一角度。轉動秤頭的時候，能够使小球 m 回到原來的位置。在此情形下，線底扭力矩等於施於小球 m 上的電力底力矩。如果懸線已事先校準，則由秤頭底扭轉角度，就可以直接決定力矩，若再知道棒長，就可以決定小球間的相互作用力。

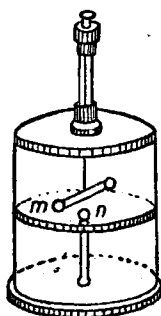


圖 7.
庫侖底扭秤。

得出庫倫定律的討論過程如下。首先，觀察表明，電荷之間的相互作用力是沿着聯結電荷的直線的。在同號電荷的情形下，如 §112 中所指出的，這力是斥力，而在異號電荷的情形下，則為引力。將某量的不變的電荷給與小球 m 和 n (圖 8 a)，而且改變小球 m 和 n 之間的距離 r ，由實驗可以證實，這相互作用力底變化是和距離 r 底平方成反比的。

爲了比較兩個電荷 q_1 和 q_2 底大小，我們把這兩個電荷依次放在至某一定的第三電荷 q_0 的距離同爲 r_0 的地

方(圖 8 b 和 c)，而量度這兩個電荷同第三電荷 q_0 相互作用的力 f_1 和 f_2 。實驗的時候，我們依次給小球 m 以電荷 q_1 和 q_2 ，而保持小球 n 底電荷 q_0 不變。實驗表明，力之比 f_1/f_2

是和第三電荷 q_0 底大小無關的，也和電荷 q_1 、 q_2 至第三電荷的距離 r_0 無關。由此可見，力之比 f_1/f_2 底值僅由電荷 q_1 和 q_2 決定。因此，自然就取電荷之比 q_1/q_2 等於力之比 f_1/f_2 。

這樣，我們就得到求兩個電荷之比 q_1/q_2 的方法。

祇有在確定了電荷底量度單位(稍後我們就作這件事)之後，才能得到電荷底絕對值。

既有比較電荷的方法，我們現在就可以把不同的電荷 $q_1, q_2, q_3, \dots$ 兩兩地放置在彼此相距同樣距離 r 的地方。在此情形下，實驗表明，兩個電荷之間的相互作用力 f 是和它們的大小底乘積 $q_1 \cdot q_2$ 成比例的。

這樣，我們最後得出庫倫定律：兩個點電荷之間的相互作用力 f ，是和電荷 q_1 與 q_2 底大小底乘積成比例的，而和它們之間的距離 r 底平方成反比：

$$f = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad (1)$$

式中 k 是比例係數。

如果給正電荷以正號(+),而給負電荷以負號(-),則力底負值和引力對應,而正值和斥力對應。

庫倫定律(1)可以寫作向量的形式。由點電荷 q_1 (圖9)至點電荷 q_2 作向徑 $\mathbf{r}$ 。作用在電荷 q_2 上的力 $\mathbf{f}$ 底數值,按式(1),等於 $k\frac{q_1q_2}{r^2}$,其方向,在電荷 q_1 和 q_2 有相同符號的情形下,和向徑 $\mathbf{r}$ 底方向相同(圖9即屬於這種情形),而在電荷 q_1 和 q_2 有相反符號的情形

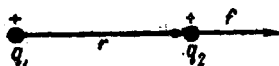


圖 9. 向徑底方向。

下,則和向徑 $\mathbf{r}$ 底方向相反。因此,如果以單位向量 $\mathbf{r}/r$ (和 $\mathbf{r}$ 有相同的方向)乘 $k\frac{q_1q_2}{r^2}$,則力 $\mathbf{f}$ 底大小和方向都可得出。於是,庫倫定律底向量形式為:

$$\mathbf{f} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \frac{\mathbf{r}}{r} \quad (1a)$$

爲了確定電荷底 CGS 單位,在庫倫定律(1)中,我們令比例係數 k 等於 1:

$$f = \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

由此得出:在 CGS 制中,是取這樣的點電荷作為電荷底單位,這點電荷與放在距它 1 [厘米] 遠的、和它相等的電荷相互作用的力,等於 1 [達因]。

這種單位叫做電荷底絕對靜電單位。

在電學中,根據 CGS 制和靜電學定律規定的單位,叫做絕對靜電單位,用符號 CGSE 表示它。

電荷底靜電單位同電工學中所用的電荷比較起來,是太小了。在實用單位制中,是取靜電單位底 3×10^9 倍作為電荷底單位;這種電荷單位叫做庫倫: