

高等学校教学用书

电与磁

上册

苏联 E. A. 史特拉乌夫著

燃料工业出版社

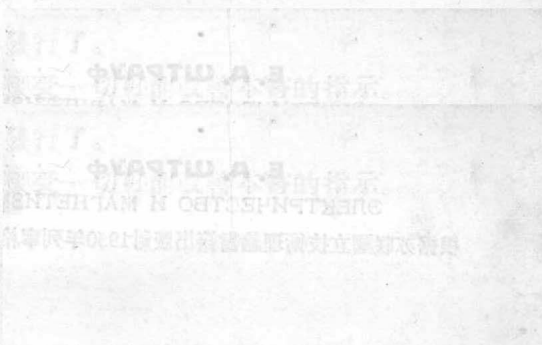
高等學校教學用書 200599

電 與 磁

上 2 冊

苏联 E. A. 史特拉烏夫著

王 世 模譯



燃料工業出版社

內容提要

本書分上下兩冊出版，上冊內容包括第一編靜電學和第二編電流學。

第一編中闡述了電場、導體、電容、靜電能、靜電學儀表、電的原子性和電介體等各章；第二編則講述了電流學的一般概念、測量儀表及測量方法、導電性機構、熱離子放射、液體與固體的離子導電和氣體導電等各章。

本書所包含的材料，比高等學校任何一個專業在講授電與磁課程時所要求的材料，有着更多更豐富的內容；所以，用本書作為高等學校電與磁課程的教材參考書，是非常適宜的。

Е. А. ШТРАУФ

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

根據蘇聯國立技術理論書籍出版社1950年列寧格勒版翻譯

書號641電270

電 與 磁

上 冊

王 世 模 譯

燃料工業出版社出版（北京府右街26號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：韓維 校對：趙迎南

850×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 10書印張 * 272千字 * 定價(8)一元七角

一九五五年十二月北京第一版第一次印刷(1—2,600冊)

序 言

与著者的另一著作〔分子物理学〕相同，本書可以作为高等工業学校的教学参考書之用。著者認為兩書所採用的叙述方式是極適當的。像在分子物理学中一样，本書所包含的材料比任何一个範圍狹小的專業中進行講授時所要求者有着更多的內容，这表明本書有更廣泛地利用为参考書的可能性。

为了簡短起見，凡引用〔分子物理学〕之处，均标明以字母 M. Ф. 为其代表符号。

本書最初曾於 1941 年準備付印，但由於戰時情況，未能實現。當時的主編人即為英勇地戰死於保衛列寧格勒之役的物理數學候補院士斯·納·泰卡欽哥。到 1946 年間，人們再度提出了關於本書的出版問題，現在該書已經按照了出版社的願望並經過了許多修改和精簡而發行了。

著者將竭誠地接受一切可能改善本書的指示。

著 者

目 錄

序 言

緒 論	7
§ 1. 电学在现代技術上和科学上的重要性	7
§ 2. 帶电現象的定性研究	9
§ 3. 庫倫定律 (1785年)	14
§ 4. 电量單位	15
§ 5. 關於帶电現象的本質的見解	16

第一編 靜电学

第一章 电場	22
§ 1. 介質對於靜电作用的影响	22
§ 2. 电場强度	22
§ 3. 力綫	25
§ 4. 靜电力遷移电荷所完成的功	27
§ 5. 置於某些电荷的电場中的另一电荷的位能	30
§ 6. 电場的電位	31
§ 7. 點电荷与點电荷系的电場的電位	34
§ 8. 電位与电場强度間的關係	35
§ 9. 位場与渦旋場	37
§ 10. 最簡單的點电荷系。偶極子	38
§ 11. 電位移或电感	41
§ 12. 通过某面的電位移通量	42
§ 13. 电場的疊加	44
§ 14. 立体角及其單位—球面度	45
§ 15. 奧斯特洛格拉茨基—高斯定理	45
§ 16. 兩电介体边界上的电場变化	48
§ 17. 法拉第力管及其特性	53
§ 18. 电荷的連續分佈	55

第二章 導体	59
--------	----

§ 1.	導體內部和導體表面的電場強度	59
§ 2.	導體內部和導體表面的電位	60
§ 3.	導體內部和導體表面的電荷	60
§ 4.	用以說明在帶電導體表面與其附近的電場、電場強度以及 電位等的分佈情形的實驗	63
§ 5.	高壓靜電發電機	66
§ 6.	作用於帶電導體表面的力	67
§ 7.	靜電感應現象(一般特徵)	69
§ 8.	靜電感應的實例與實驗	71
§ 9.	靜電感應的若干實際應用	74
第三章	電容	78
§ 1.	導體電荷與電位間的關係。電容	78
§ 2.	球體的電容	81
§ 3.	電容器	82
§ 4.	平板電容器	83
§ 5.	球面電容器	85
§ 6.	圓柱面電容器	86
§ 7.	電容器的聯接	88
§ 8.	脈衝發生器	91
§ 9.	電容器的構造	93
第四章	靜電能	94
§ 1.	點電荷系統的能量	94
§ 2.	帶電導體的能量	96
§ 3.	作用於平板電容器的極板上的力	96
§ 4.	靜電場的能量	97
第五章	靜電學儀表	99
§ 1.	電位差的測量	99
§ 2.	絕對靜電計	100
§ 3.	象限靜電計	102
§ 4.	弦綫靜電計	104
§ 5.	靜電伏特計	104
第六章	電的原子性	106

§ 1.	導體內部和導體表面的電場強度	59
§ 2.	導體內部和導體表面的電位	60
§ 3.	導體內部和導體表面的電荷	60
§ 4.	用以說明在帶電導體表面與其附近的電場、電場強度以及 電位等的分佈情形的實驗	63
§ 5.	高壓靜電發電機	66
§ 6.	作用於帶電導體表面的力	67
§ 7.	靜電感應現象(一般特徵)	69
§ 8.	靜電感應的實例與實驗	71
§ 9.	靜電感應的若干實際應用	74

第三章 電容 78

§ 1.	導體電荷與電位間的關係。電容	78
§ 2.	球體的電容	81
§ 3.	電容器	82
§ 4.	平板電容器	83
§ 5.	球面電容器	85
§ 6.	圓柱面電容器	86
§ 7.	電容器的联接	88
§ 8.	脈衝發生器	91
§ 9.	電容器的構造	93

第四章 靜電能 94

§ 1.	點電荷系統的能量	94
§ 2.	帶電導體的能量	96
§ 3.	作用於平板電容器的極板上的力	96
§ 4.	靜電場的能量	97

第五章 靜電學儀表 99

§ 1.	電位差的測量	99
§ 2.	絕對靜電計	100
§ 3.	象限靜電計	102
§ 4.	弦綫靜電計	104
§ 5.	靜電伏特計	104

第六章 電的原子性 106

§ 1.	元电荷	106
§ 2.	阿·富·越飛的實驗	108
§ 3.	密立根的實驗	111
§ 4.	元电荷的數值和分子常數的測定	114
第七章	电介体	117
§ 1.	电介体的構造	117
§ 2.	电介体的極化(定性的描述)	118
§ 3.	电介体的極化(定量的關係)	122
§ 4.	电介体的極化对帶电物体間的相互作用力的影响	124
§ 5.	作用於置在电场中的电介体上的力	125
§ 6.	具有感应偶極子的分子	128
§ 7.	有極分子	132
§ 8.	分子的偶極矩与分子的結構	135
§ 9.	液态和固态的电介体。变电体	136
§ 10.	压电現象与电致伸縮	140
§ 11.	熱电現象及溫差电現象	144

第二編 电流学

第一章	緒論	145
§ 1.	电流	145
§ 2.	电流强度和电流密度	148
§ 3.	電動势	150
§ 4.	適用於不包含電動势的一段电路的歐姆定律	156
§ 5.	应用歐姆定律的实例：电容器通过电阻而放电	158
§ 6.	圆柱形導体的电阻。电阻率	160
§ 7.	电阻率与各种因素的關係	161
§ 8.	超導电性	163
§ 9.	歐姆定律的微分形式	167
§ 10.	电流的功与功率	169
§ 11.	楞次-焦耳定律	170
§ 12.	功率公式及楞次-焦耳定律公式的微分形式	173
§ 13.	克希荷夫第一定律	174
§ 14.	導体的联接	176
§ 15.	具有变化截面的導体的电導与电阻	181

§ 11. 關於固体和半導体的能帶理論的概念	254
第四章 熱离子放射	264
§ 1. 現象描述	264
§ 2. 电流强度与电压的關係	265
§ 3. 熱电子放射的电流强度与陰極溫度的關係。李却特森的研究	268
§ 4. 李却特森公式的基本推導法	272
§ 5. 熱离子放射的实际应用	273
第五章 液体与固体的离子導电	278
§ 1. 第二類導體	278
§ 2. 电解	281
§ 3. 电解的应用	285
§ 4. 电解液的導电	288
§ 5. 固态的离子性導體	291
§ 6. 伽伐尼电路	293
§ 7. 極化	296
第六章 气体導电	301
§ 1. 气体導电通論	301
§ 2. 电离电位	304
§ 3. 气体离子的遷移率	305
§ 4. 被激放电	307
§ 5. 气体的擊穿条件	310
§ 6. 輝光放电	311
§ 7. 弧光放电	315
§ 8. 电弧的实际应用	316
§ 9. 气体放电的过渡形式。它們的应用	319

緒 論

§ 1. 電學在現代技術上和科學上的重要性

1. 弗·依·列寧曾以下述名言特別強調電氣對於社會主義生產技術的重要性，他說：「共產主義就是蘇維埃政權加電氣化」，「電氣化計劃——這是我們黨的第二綱領」。

當列寧在世的時期，才僅僅開始了電氣化的第一步。弗·依·列寧逝世以後，在約·維·斯大林的領導之下，不僅實施了這個偉大的計劃，並且幾乎超額完成了三倍的工作。在1940年間，蘇聯發電廠已經能供應電能48 000 000 兆瓦-小時以上，比1913年間革命前的俄國多了24倍，因而使蘇聯在電能的生產量上前進到了全世界的首席地位。於衛國戰爭時期，在所有暫時為法西斯強盜所侵佔的區域內，發電的原動力設備均遭受重大的損害。但是，甚至在戰時的困難情況之下，仍進行了在西伯利亞、烏拉爾、亞洲中部及高加索等地新的發電廠的巨大建設。

根據從1946到1950年恢復和發展蘇聯國家經濟的五年計劃所制定的法令，預定着要在恢復和發展其他產業部門之前擴大發電廠的容量，以便能建立無間斷地供應全部國家企業的電能的儲備。根據此法令，規定1950年的電能生產量要比1940年（戰前的最後一年）多70%。

2. 電能在現代技術上所以能起這樣重大作用的原因，可以歸納如下：

第一，此種能量能夠非常便利地轉化為別種形式的能量，如機械能，熱能，光能和化學能；

第二，電能便於輸送到距離非常遠的地方；

第三，電機和電氣器械的效率很高；

第四，電氣測量儀表和調節儀器具有極高的靈敏性。

這些特點引起了許多技術部門的發展：例如，電工學和電化

学，無綫电工学，电视学，遙控学及自動控制学。

根据所有以上諸點，則下列事实成为可能，即利用自然界的能源(熱力發電廠，水力發電廠)來集中電能的生產，並以高度的效率將電能用之於一切工業及農業生產部門，使生產達到高度的自動化，使技術過程的操縱与管理得到最大的集中化。

电与磁的研究在理論方面也一样地重要。

在本質上，我們直到現在为止，僅知道有四种形式的力存在：即万有引力，电力和磁力(二者之間存有着密切的關联)以及特殊的「核子力」，後者是联系許多質點形成原子核心的力，關於此力，我們尙知道得很少^①。

在統觀的宇宙中(在「大宇宙」中)，当天体間發生相互作用時，万有引力起決定性的作用。与万有引力相較，則天体彼此間的电和磁的作用都比較微小，祇能退居於次要的地位。

在微觀的宇宙中，在原子和分子以及电子和离子的世界中，电磁力佔据了首要的地位；和他們相比，万有引力的作用就顯見得非常微小了。

歸根到底，原子內部和分子內部的作用力都可以歸結为电磁作用，在前兩類作用力中，包括着所謂「交換力」，这是帶电質點——电子与核子——間电磁作用力的特殊的量子力学結果。

分子內部力的作用存在於數量級約为 10^{-8} — 10^{-7} 厘米的界限之內。

最後，在原子核中，於距離为 10^{-12} — 10^{-13} 厘米之內，有核子力的作用出現，此力將一羣質子和中子結合成为原子核。

电磁力的作用可用以解釋許多現象，其中也包括一些這類現象：最初一瞥，似乎它們与电气毫無任何關联，例如，某些力学上的(固体与液体的彈性)，熱学上的(金屬的導熱性)，光学上的

^①也有些著作中称四种力为：1.万有引力；2.电磁力；3.核子力；4.銀河空間的作用力。——譯者

(折射率)現象等。

電化學現象說明了存在於物質與電之間的密切聯系，在目前，關於物質構造的研究是不可分離地與電學的研究相關聯着的。

在另一方面，有關電磁波的學說將光學也包括到電磁學中去了。

因此，電磁學理論在現代物理學上佔據了中心的地位。

在電與磁的理論領域中，俄國學者據有極崇高的地位。只要提起下列幾位的名字，便足以說明上述之點：研究過大氣帶電的墨·佛·羅蒙諾索夫和格·佛·李赫曼；發現電弧的佛·佛·彼得洛夫；研究過電流熱效應並發現電磁感應現象必須遵從的定律的埃·赫·楞次；曾經建造第一具電動機並用之以驅動河上小舟和鐵道列車，以及發現和應用電鍍術的倍·斯·雅考必；研究過光電現象的阿·格·斯多萊托夫；第一個發明在實用上頗感便利的電弧照明方法的泊·納·雅布洛契考夫；發現白熾電燈的阿·納·洛登金；發明電焊的納·格·斯拉夫揚諾夫和納·納·彭納爾陶斯；發明三相電流和旋轉磁場以及它們的許多應用的墨·奧·杜立沃-杜布洛伏列斯基；著名的無線電發明者阿·斯·波波夫以及其他許多在光輝的俄國科學上應該引為驕傲的人物。

偉大的十月社會主義革命以後，人們創造出了發展整個科學的非常有利的條件，其中也包括物理學在內；而且在有關於電與磁的學說領域中，蘇聯學者的努力勞動完成了許多不僅具有很大的理論價值，並且也具有巨大的實際意義的專題研究。內中所包括者有：電介體的、半導體的以及磁介體的物理學問題，氣體放電的、熱電子放射的、光電效應的以及電磁振盪和無線電波的物理學問題。

§ 2. 帶電現象的定性研究

實際上，僅自十七世紀起，關於靜電現象的學說才開始發

展^①，因為在那時期以前，人們祇知道有兩種靜電現象：一種是異常龐大的，另一種是細小到任何人所不能想像的。第一種是原始人類所早已經知道的，就是閃電——天空的放電；第二種是古代希臘人所早已經知道的。在紀元前六世紀的時期，一位古代希臘哲學家曾提起過此種靜電現象。此現象是這樣，即用布或甚至用手摩擦過的琥珀能夠吸引纖小物體。

過了兩千多年以後，基爾倍脫(1540—1603)才發現許多其他物質也具有與此相同的性質。

基爾倍脫認為，摩擦過的物質對纖小物體的吸引力是自然界的一種特殊力，他稱之為電力，即琥珀的力(按希臘文 $\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho\nu$ ，[электрон]，意義是琥珀)。

但是到後來，他也像他的前代學者一樣，將靜電吸引解釋成，是由物體摩擦時所發生的[流体]所引起的。

此後人們發現，不僅帶電的物體吸引不帶電的，並且後者也吸引前者；又証明了，電學實驗能夠良好地在真空中進行。

在1700年間，有人發表了關於在閃電與電火花之間存在有關聯的想法，但在那時候廣泛地流傳着這樣的意見，認為閃電即是瞬時地燃燒着的硫和硝的蒸汽流。

以後人們注意到，磁性作用與靜電作用是並不互相干擾的：一把帶電的鑰匙完全相同地吸引輕的物體，不管此時他所吸引者是一根磁鐵或不是一根磁鐵。

再到後來，人們發現，存在有兩個不同種類的電荷：一種稱為[正]電荷，另一種稱為[負]電荷。例如，正電荷出現於和毛皮相摩擦的玻璃棒上，而負電荷出現於和玻璃棒相摩擦的毛皮上。下面的事實可以作為區分兩類電荷的標誌：帶有同號電荷的

①我們對於感到興趣的讀者推薦以下諸歷史記載作為參考：佛·依·萊別傑也夫著[歷史性的實驗]，蘇聯中央鍋爐汽機研究所1937年版；富·維埃考夫著[電學年鑑]，國立動力出版社1936年版；依·依·魯道米托夫著[俄國電工學家]，國立動力出版社1936年版；佛·佛·唐涅立夫斯基著[俄國工程師歷史]，列寧格勒書報雜誌出版社1948年版；墨·阿·夏給林著[十九世紀後半期的俄國電工學家]，國立動力出版社1949年版。

兩物體互相排斥，而帶有異號電荷的兩物體互相吸引。但這一正確的結論，還是到後來才為大家所公認。

到了1735年，人們才知道，兩種電荷能夠在同一物體上得到，這與起電的方法有關，但並不如先前所想像的那樣、是與某一物體的性質有關的。

例如，我們知道，玻璃棒通常是帶正電的，而當玻璃棒與法蘭絨相摩擦時則玻璃獲得另一種符號的電荷。

又過了幾年，人們確定出，物體是很明顯地不因帶電而改變其重量的。使玻璃起電的起電機逐漸地改良了。例如，旋轉的玻璃球已經不是用手來摩擦，而是使用以彈簧壓緊於球上的毛皮枕來摩擦了。

要像保藏別種物質一樣地將電荷保藏於器皿中的企圖，引起了極重要的發現。1745年間，在萊頓地方，人們發現倘在貯有汞或酒精的玻璃瓶內侵入鐵針的一端，並使該針帶電，則以手接觸鐵針時可獲得強烈的火花，足以使手及手臂全部麻痺。這種瓶子到後來就被稱為萊頓瓶。

將若干萊頓瓶連接於電池組上，便能獲得在二百步距離內可以看見、並可以聽到聲響的火花；觀察者認為，這樣的火花與閃電之間僅存有量的區別。

同時發現，瓶的外表面為手所觸及的點愈多者，可以感覺到的萊頓瓶的放電也愈強烈，這引起了用錫箔貼在瓶的外表面上的設想。人們也注意到，充滿萊頓瓶的液體的性質也是不起什麼作用的。後來，萊頓瓶內的液體使用鉛丸來代替，而鉛丸又用內部貼以錫箔來代替。後來注意到，萊頓瓶的形狀也是不發生作用的，所以可以將錫箔貼在平的玻璃板上。這樣便逐漸地變成了現在我們所常見的電容器的形狀。

此時人們也發現，電荷能自尖端「流出」，所以靠近尖端之處有「電風」形成。

在研究大氣的靜電問題上，墨·佛·羅蒙諾索夫和格·佛·李赫曼（於1753年8月6日在作實驗中逝世）有過極大貢獻。

电荷放电与閃电間的相似性引起了可能防止雷擊的設想；为此，我們可將一根尖的鉄柱(避雷針)裝置於建築物上，鉄柱的下端埋在地下。墨·佛·罗蒙諾索夫建議了另一种避雷方法：將避雷針不裝置於被保護的建築物上，而裝置於該建築物的近鄰，藉以將閃电从受威脅的建築物上引開。避雷針很快地就流傳得很廣。

罗蒙諾索夫不断地研究大气中的靜电問題，他發現，甚至在沒有雷雨的時候以及在發生雷雨之前也能有帶电現象——这一事实大大地擴展了關於大气中靜电現象的概念。後來罗蒙諾索夫發展出了大气的靜电理論^①。

但是，那時人們還保守着这样的想法，以为祇有某幾种物体，特別是後來被称为非導體或絕緣体的物体，才可以用摩擦使之起电。僅僅过半个世紀以後(1803年)，佛·佛·彼得洛夫便發現金屬(鉄，鑄鉄，汞等)也能起电^②。

在十八世紀中，人們已經能够用兩条綫固裝於金屬棒上，綫端各懸掛着木髓球，而做成一具驗电器^③。用驗电器所進行的實驗中，發現了奇異的現象——僅於接近帶电体而不必有接觸時，就可使兩木髓球分离！当帶电体移远時，木髓球的張開重新消失。後來人們觀察到，倘將帶电体移近不帶电的導體，然後將導體切開為兩部分，則可發現這兩部分帶着不同符号的电荷。这現象称为感应起电。

那時为了說明帶电現象，仍廣泛地利用哲学家笛卡兒(1596—1650)的觀點，認為一切不直接接觸的物体間的作用，是一种充滿宇宙的(渦旋形的)物質(以太)的運動的結果。

用同样方法，可以將靜电力解釋成為在帶电体周圍存在有相當廣闊的「电流体」

①参考孟旭特金教授著「罗蒙諾索夫」，科学院出版社1947年版；「俄國科学家傳」，第一冊，國立技術書籍出版社1948年版；和以前曾提及过的著作：維埃考夫著「物理学上歷史性的實驗」和魯道米托夫著「俄國电学家」。

②参考「俄國科学家傳」，第一冊，國立技術書籍出版社1948年版；魯道米托夫著「俄國电学家」；維埃考夫著「电学年鑑」。

③大約在这時期彼得堡科学院院士李赫曼(1711—1753)曾造成了第一具靜电計——用一張金屬箔所做成而备有刻度的驗电器。

大气¹，这种大气對於投入其中的物体所發生的作用便成为电性力。

彼得堡科学院士烏·脫·埃必努斯(1724—1802)^①，將卡笛孫(笛卡兒)的、關於流体的觀點以及關於媒介作用的觀點，一併清除出电的學說領域之外，他並且引入了關於帶電物体間的、間接的、超距作用的牛頓觀點(1758年)，以代替笛卡兒的觀點。根據此超距作用的觀點，埃必努斯重新解釋了所已發現的、有關於電荷的誘導作用或感應作用的現象。

埃必努斯認為，倘以一不帶電物体移近另一帶正電荷的物体，則第二物体將从第一物体吸取電的流体，这种電的流体是正常地包含於一切的不帶電物体中的。因此，当導體与帶電体相接時，導體上應該移去了若干被吸出的電量。倘現在將導體与原始的帶電体相分離，則導體上顯然將缺少電荷，即變成帶了負電。

他的理論的最寶貴收穫即為企圖用電荷的分佈概念，而不是用電荷的發生和消滅概念來解釋帶電現象。

从上述解釋可以看出埃必努斯祇承認有一种帶電物質存在，不过，他也首先指出了作如此地解釋時所能遭遇到的困难。事情是这样，不論是都帶正電的物体，或都帶負電的物体(即此理論所謂的缺少電荷的物体)，它們都互相排斥的，這彷彿是說物体不包含電荷以後，將以更大的力互相排斥，而这是与牛頓的万有引力定律相矛盾的。

以後不久，新的事實引導至假想在一一切物体中存有兩種相反符号的電荷的設想，在不帶電的物体中他們是完全互相中和的，而在帶電体中，內中的一种是过剩的，並且同種類的自由電荷能互相排斥，而不同種類的能互相吸引。

在本質上，此种觀點与久已遺忘的「關於玻璃棒和松香的電荷的臆說」部分地相一致。

起初，學者間採取了這樣的意見，即認為，不論假想存有一种電荷或兩種電荷，都能一樣良好地与事實相符合，但祇假想有一种電荷的理論較有優點。

但是，在研究尖端放電時，發現当尖端帶有負電時，也有「電荷从尖端流出」，並形成「電風」，這似乎証明了，这不是電荷的缺少，而是存在着一種特殊的从尖端流出的負電荷流体。因此，兩種電荷的學說立即獲得了優勢。

在同一時期(1755至1766年之間)，圓盤式摩擦起電机的發明者至少出現了四位。這些起电机立即為大眾所採用。

於1755年，亞歷山大·伏打創議了一種用以獲得電荷的、在原理上完全新穎而稱為「起電盤」(根據希臘文「φορος」，意義是攜帶者)的儀器，伏打也曾將電量守恒概念以及有關帶電物質各部分間的作用力的概念應用於靜電感應現象上；他也製成了非常灵敏的麥桿靜電計，後來他又用電容器連接上去，因此能够用以研究很微弱的帶電現象。

^①參考佛·萊別傑也夫著「物理學上歷史性的實驗」，蘇聯中央鍋爐汽機研究所1937年出版。埃必努斯的主要論文係於1759年發表於彼得堡。

這是一個創造靜電測量儀器藉以保證發展定量研究的技術基礎的時期。於1773年，人們製造了象限靜電計，於1779年，製造了軟木球靜電計，該計被封閉於玻璃瓶中藉以避免空氣流的影響，此後又製造了金箔靜電計等。

亨利·卡文狄許於1773年曾慎重地指出由於处在帶電導體空腔內部的驗電器並不遭受靜電作用，因此必須作出這樣的結論，即靜電力以反比於距離的某一方次逐漸地消滅，此方次的數值應在1與3之間。但是這些工作直到過了106年以後才被公佈出來。

§ 3. 庫倫定律(1785年)

這是成功地建立於靜電現象範圍內的第一个定量定律，由於應用這個定律，開始發展了有關於電的定量理論，在這時期以前，祇有一些有關於電的定性理論。

為了測量帶電物體間的作用力，庫倫利用了一架扭秤(圖1)。

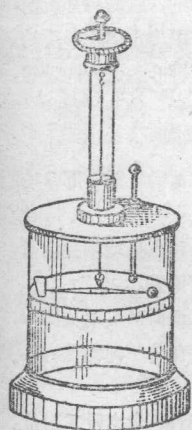


圖1

在一端固裝於一特殊旋轉頭的細金屬綫上懸掛着一條小棒，它的兩端各膠住一條細玻璃棒。在一根玻璃棒的頭上膠住着一個木髓球，在另一棒的頭上膠住着一個平衡重量。

全部設備均封閉於一玻璃罩中，使不受空氣的運動的影響。

旋轉頭上裝有標度，它具有用以測定細綫固定端的扭轉角度的刻度，而在玻璃罩側面上，則裝有用以測定棒的旋轉角度的標度。玻璃罩的蓋上具有孔穴，用以導入固裝於絕緣手柄上的金屬小球。扭轉儀器的旋轉頭到所需要的角度，藉以裝置(可動的)木髓球於距離(不動的)金屬球於某一定距離之處。此時，在彈性畸變限度之內，細綫的扭力矩與他的扭轉角成正比，而在不變的力臂之下力矩與力成正比。

使兩球帶電，並安放它們於各種不同的距離，庫倫按照了對於各種距離、細綫所必須具有的扭轉程度得出結論如下：作用力是反比於球心間的距離的二次方而減少的。