

大學叢書

普通物理學

下冊之一

薩本棟著

商務印書館發行

普通物理學下冊目錄

第四編 電磁學 (0.11)電磁學總說

第三十五章 磁鐵 (35.1)天然磁鐵與人造磁鐵 (35.2)磁極 (35.3) 磁極之相互作用 (35.4)磁化方法 (35.5)磁量 (35.6)磁極間之力律：平方反比定律 (35.7)單位磁極

第三十六章 磁場 (36.1)磁場與磁場強度 (36.2)磁鐵之磁場 (36.3)作用於磁鐵之力偶 (36.4)磁矩 (36.5)磁鐵在兩個正交磁場中所受之力偶 (36.6)磁強計

第三十七章 磁力線 (37.1)磁力線之圖式 (37.2)磁力線之特性 (37.3)磁力線密度與磁場強度 (37.4)磁力線與媒介質

第三十八章 磁感與磁化 (38.1)磁感現象 (38.2)被感磁極之極性 (38.3)順磁體，反磁體與鐵磁體 (38.4)鐵與鋼之區別 (38.5)磁性之消失 (38.6)磁性之分子學說

第三十九章 地磁 (39.1)地球之磁場 (39.2)地磁之三要項 (39.3)地磁偏角 (39.4)地磁傾角 (39.5)磁鐵在磁場中之振擺 (39.6)地磁之水平強度 (39.7)地磁圖 (39.8)地磁之變更

第四十章 靜電學原理 (40.1)起電 (40.2)兩種電荷 (40.3)互擦物體所帶之電荷 (40.4)導體與非導體 (40.5)電量

(40.6)電荷間之力律 (40.7)電之本性

第四十一章 靜電感應 (41.1)靜電感應 (41.2)感應起電法 (41.3)驗電器 (41.4)金箔驗電器用法與驗電版 (41.5)起電盤 (41.6)靜電感應機

第四十二章 電力線 (42.1)超距作用與介遞作用 (42.2)電力線 (42.3)電場強度與電力線 (42.4)空心導體中之電場 (42.5)靜電感應時之電力線 (42.6) Faraday 之冰桶實驗

第四十三章 電位 (43.1)移動電荷所需之功 (43.2)電位差之意義 (43.3)一個小電荷所引起之電位差 (43.4)電位 (43.5)電位之單位 (43.6)導體之電位 (43.7)球形帶電體之電位 (43.8)同位面 (43.9)電力線圖 (43.10)導體面上電荷之分布 (43.11)電位與電場強度 (43.12)靜電計

第四十四章 電容量及容電器 (44.1)電容量之意義及其單位 (44.2)容電器 (44.3)容電器之形式 (44.4)單個球形導體之電容 (44.5)同心球形導體之電容 (44.6)兩個平行平面之電容 (44.7)數個容電器串聯時之總電容 (44.8)數個容電器並聯時之總電容

第四十五章 容電器之電能 (45.1)介電常數 (45.2)介電質與電荷間之力 (45.3)帶電導體所積之能量 (45.4)介電質每單位體積所含之能量 (45.5)容電器放電時之磁效 (45.6)空中雷電 (45.7)避電針 (45.8)介電質之絕緣強度

第四十六章 電荷與電流 (46.1)運動之電荷 (46.2)簡單伏特電池 (46.3)電池兩電版之電位差 (46.4)物質之電動勢次序 (46.5)電流之方向 (46.6)電流之性質與導體之種類 (46.7)電流之強弱 (46.8)電流之磁效 (46.9) Rowland 之實驗 (46.10)電流計 (46.11)電磁制之單位 (46.12) Laplace 之公式 (46.13)電磁單位制度中之電流單位與安培 (46.14)電磁單位制度中之電量單位與庫侖

第四十七章 電動勢與電阻 (47.1)電動勢之意義 (47.2)電動勢之單位 (47.3)電動勢與電位差之區別 (47.4)電阻之意義與 Ohm 定律 (47.5)電阻之單位 (47.6)國際歐姆 (47.7)電阻係數 (47.8)電阻之溫度係數 (47.9) Wheatstone 橋 (47.10)電阻之形式 (47.11)各式 Wheatstone 橋 (47.12)電阻之串聯與其並聯 (47.13) Kirchhoff 定律 (47.14) Joule 定律 (47.15)白熾電燈 (47.16)弧燈 (47.17)金屬品導電之電子說

第四十八章 電解 (48.1)電解現象 (48.2) Faraday 之電解定律 (48.3)國際安培 (48.4)極化之反電動勢 (48.5)電解質之電阻 (48.6)電解液之電導與濃度之關係 (48.7)電解學說 (48.8)游子所帶之電量 (48.9)電解液之游子化

第四十九章 電池 (49.1)電池之主要部分 (49.2)電動勢及內阻 (49.3)電池之種類 (49.4)局部作用與極化 (49.5)

Leclanché 電池 (49.6) Daniell 電池 (49.7) 鉛蓄電池 (49.8) 鎳鐵蓄電池 (49.9) 蓄電池之灌電及其容量 (49.10) 標準電池 (49.11) 電池之聯接法 (49.12) 可逆電池之電動勢與化學反應 (49.13) 伏特電池之學說

第五十章 電流之磁效及物質之磁性 (50.1) 直線電流之磁場強度 (50.2) 攜磁極繞電流行一周所作之功 (50.3) 線筒內之磁場強度 (50.4) 電磁鐵 (50.5) 磁化強度 (50.6) 磁化係數 (50.7) 磁化之 IH 曲線 (50.8) 磁化線 (50.9) 磁感線 (50.10) 導磁係數 (50.11) BH 曲線 (50.12) 磁感線之連續無端性 (50.13) 磁極間力律之普遍式 (50.14) 磁通量 (50.15) 磁路定律 (50.16) 磁滯現象 (50.17) 磁場所儲之能量 (50.18) 磁鐵之吸引力 (50.19) 磁性學說

第五十一章 電學儀器及測量法 (51.1) 電流計 (51.2) 正切電流計 (51.3) D'Arsonval 式電流計 (51.4) 左手法則 (51.5) 磁場與通有電流之導體所互生之力 (51.6) D'Arsonval 式電流計之公式 (51.7) 電流計之常數 (51.8) 電流計常數之測定法 (51.9) 熱電流計 (51.10) 伏特計 (51.11) 安培計 (51.12) 用安培計及伏特計測定電阻法 (51.13) 電池之電動勢與內阻 (51.14) 瓦特計 (51.15) 電位計 (51.16) 衝擊電流計 (51.17) 電磁單位系統中電容之單位與法拉 (51.18) 靜電單位與電磁單位電量之比值

第五十二章 電磁感應 (52.1) 電磁感應現象 (52.2) Faraday 之實驗 (52.3) Lenz 定律 (52.4) 渦流 (52.5) 右手法則 (52.6) 被感電動勢 (52.7) Faraday 電磁感應定律 (52.8) 線圈在均勻磁場中轉動時所生之電動勢 (52.9) 被感應電量 (52.10) 地磁感應器 (52.11) 磁感之測定

第五十三章 電機 (53.1) 電機之種類 (53.2) Faraday 之盤形電機 (53.3) 電機之電樞與磁場 (53.4) 交流電機與直流電機之異同 (53.5) 直流電機聯接法 (53.6) 電機之電動勢 (53.7) 發電機之電動勢與機端電壓之區別 (53.8) 串繞發電機之外部特性 (53.9) 並繞發電機之外部特性 (53.10) 複繞發電機之外部特性 (53.11) Barlow 齒輪 (53.12) 電動機之反電動勢 (53.13) 直流電動機之線路 (53.14) 電動機之機械的功率 (53.15) 直流電動機之速度及轉矩 (53.16) 多相交流發電機 (53.17) 交流電動機 (53.18) 瓦時計

第五十四章 電感 (54.1) 自感現象 (54.2) 自感係數及其單位 (54.3) 自感係數之比較法 (54.4) 自感係數之計算法 (54.5) 電圈中所儲之磁能 (54.6) 互感係數 (54.7) 互感係數之測定 (54.8) 互感係數之符號 (54.9) 感應圈 (54.10) 交流變壓器 (54.11) 交流電與直流電之比較 (54.12) 電話機

第五十五章 電振動及電波 (55.1) 容電器放電時所生之電振動 (55.2) 電振動與機械式之振動 (55.3) 電振動之週期與頻

率 (55.4) 電的共振 (55.5) Hertz 之振動器與接收器 (55.6)
高頻率能量之輻射與電磁波之構成 (55.7) 光之電磁學說 (55.8)
Marconi 火花式無線電報 (55.9) 晶體檢波器

第五十六章 熱體發射之電子 (56.1) Edison 效應 (56.2)
熱游子 (56.3) 熱金屬發射游子之說明 (56.4) 雙極真空管之應
用 (56.5) 三極真空管之結構及電路 (56.6) 柵極之功用 (56.7)
三極真空管放大器 (56.8) 三極真空管檢波器 (56.9) 真空管振
動器 (56.10) 再生式檢波器 (56.11) 等幅波無線電報 (56.12)
無線電話 (56.13) 真空管之他種應用

第五十七章 熱電現象 (57.1) Seebeck 效應 (57.2) 熱電
電動勢與溫度之關係 (57.3) 熱電電動勢之來源 (57.4) 第三導
體對於熱電電動勢之影響 (57.5) 熱偶之應用 (57.6) Peltier 效
應 (57.7) Thomson 效應 (57.8) 熱偶之電動勢

第五十八章 氣體中之游子 (58.1) 放電管內之現象 (58.2)
陰極射線 (58.3) 陰極射發質點所帶之電荷與其質量之比值
(58.4) 陽射線 (58.5) 氣體導電之解釋 (58.6) C. T. R. Wilson
之雲凝儀器 (58.7) J. J. Thomson 量測電子所荷之電量之方
法 (58.8) 電子之質量 (58.9) Millikan 之油滴實驗

第五編 光學 (0.12) 光學總說

第五十九章 光之直進與其反射 (59.1) 光之直進 (59.2)
光線及焦點 (59.3) 影 (59.4) 針孔像 (59.5) 位視差 (59.6) 光

之反射，散射，透射，與吸收 (59.7) 反射定律 (59.8) 在兩個平面上之多次反射 (59.9) 球面鏡 (59.10) 符號定則 (59.11) 球面鏡公式 (59.12) 虛像與實像 (59.13) 射鏡公式之討論 (59.14) 圖解方法 (59.15) 正像，倒像與反像 (59.16) 像之大小；放大率 (59.17) 反射焦散線

第六十章 光之折射 (60.1) 折射現象 (60.2) 折射定律 (60.3) 偏向角 (60.4) 物在透光質中之像似的深度 (60.5) 數個平行平面所生之折射現象 (60.6) 絕對折射係數 (60.7) 稜鏡 (60.8) 最小偏向角 (60.9) 色散現象 (60.10) 全反射現象 (60.11) 海市蜃樓及天文的折射現象

第六十一章 透鏡 (61.1) 球面上之折射 (61.2) 透鏡 (61.3) 透鏡之種類與 f 之符號 (61.4) 圖解方法 (61.5) 透鏡之放大率及像之狀態 (61.6) 凸面透鏡焦距之測定 (61.7) 凹面透鏡焦距之測定 (61.8) 透鏡造像之缺點

第六十二章 光學儀器 (62.1) 本章之目的 (62.2) 眼 (62.3) 視管之缺點及其矯正 (62.4) 視場 (62.5) 物體之像似的大小及光器之放大率 (62.6) 簡單顯微鏡或放大鏡 (62.7) 複式顯微鏡 (62.8) 折射望遠鏡 (62.9) 望遠鏡之放大率 (62.10) 反射望遠鏡 (62.11) 稜鏡式雙筒鏡 (62.12) 潛望鏡 (62.13) 測遠器 (62.14) 目鏡 (62.15) Huygens 目鏡 (62.16) Ramsden 目鏡 (62.17) 正像目鏡 (62.18) 光線進行圖 (62.19) 攝影機

(62.20)映畫器 (62.21)活動電影 (62.22)六分儀 (62.23)實體鏡

第六十三章 光之速度 (63.1) Galileo 實驗之失敗與 Römer 觀察之結果 (63.2) Bradley 之方法 (63.3) Fizeau 之方法 (63.4) Foucalt 及 Michelson 等之方法 (63.5) 光在各種媒質中之速度 (63.6)光之速度與其顏色之關係 (63.7) 光之速度與光源及觀察者之運動

第六十四章 光度學 (64.1)光能 (64.2)光源之強度 (64.3)光量 (64.4)照度 (64.5)平方反比律 (64.6) Lambert 之餘弦律 (64.7)亮度 (64.8)亮度與觀察者視線方向之關係 (64.9)光度計 (64.10)燈光強度之分布曲線 (64.11)炫目之光 (64.12)燈之發光效率

第六十五章 光之本性 (65.1)光能傳播之二說 (65.2) Newton 之微粒說 (65.3)光之波動說 (65.4) Huygens 原則 (65.5)平面反射鏡 (65.6)折射定律 (65.7)透鏡公式之推演 (65.8)光色與波長或振動頻率之關係 (65.9)光源與光波之本性 (65.10)光之電磁說與折射係數 (65.11)光媒 (65.12) Michelson-Morley 實驗 (65.13) Lorentz 與 Fitzgerald 之縮短假設 (65.14)狹義的相對論

第六十六章 光之干涉 (66.1)波浪之干涉 (66.2)Young 之干涉實驗 (66.3)兩光源之干涉 (66.4)兩光源互相干涉時明

暗條紋所隔之遠度 (66.5) Fresnel 之干涉實驗 (66.6) 發生干涉作用之基本條件 (66.7) 薄板之干涉作用 (66.8) Newton 之同心環 (66.9) Michelson 之干涉儀

第六十七章 光之繞射 (67.1) 繞射與干涉 (67.2) 單狹縫 (67.3) 光之直進之解釋 (67.4) 光柵 (67.5) 光學儀器之鑑別率 (67.6) 望遠鏡之鑑別率 (67.7) 眼之鑑別率 (67.8) 顯微鏡之鑑別率 (67.9) 光柵之鑑別率

第六十八章 雙折射與偏極 (68.1) 雙折射現象 (68.2) 方解石之形式；光軸與主截面 (68.3) 方解石之雙折射 (68.4) 方解石之折射係數 (68.5) 方解石中之波面 (68.6) 偏極之意義 (68.7) 熱電石與 Nicol 稜晶之作用 (68.8) 自然光之偏極情形 (68.9) 方解石雙折射之分析 (68.10) 反射光與透射光之偏極 (68.11) 反射光與透射光偏極之解釋 (68.12) 偏極儀 (68.13) 偏極光之干涉 (68.14) 偏極平面之轉動 (68.15) 圓偏極光與橢圓偏極光

第六十九章 光譜與輻射 (69.1) 光譜學 (69.2) Fraunhofer 線 (69.3) 產生光譜之各法 (69.4) 分光儀 (69.5) 光譜之種類 (69.6) 吸收光譜 (69.7) 光譜之界限 (69.8) 紅外線 (69.9) 紫外線 (69.10) 光譜分析在天文學上之應用 (69.11) 光譜之成因 (69.12) 物體之發射係數與吸收係數 (69.13) Kirchhoff 之輻射律 (69.14) 完全吸收體與完全發射體 (69.15) 發射之總能與

溫度之關係 (69.16) Wien 之遷移律 (69.17) 輻射能量之分配公式 (69.18) 量子論 (69.19) 自然界之兩元性

第七十章 光色——吸收與散射 (70.1) 物理的光色與生理的光色 (70.2) Young-Helmholtz 之色覺學說 (70.3) 互補色 (70.4) 色盲 (70.5) 顏料之色 (70.6) 物體之色 (70.7) 表面之色與雙色體 (70.8) 天空，山及海之色 (70.9) 虹 (70.10) 吸收光帶與反常的色散 (70.11) 選擇的反射與剩餘射線 (70.12) 螢光 (70.13) 磷光 (70.14) 輻射之化學作用 (70.15) 光電效應 (70.16) 光電效應之定律

第七十一章 X 射線，放射性與原子之構造 (71.1) X 射線 (71.2) X 射線之應用與 Coolidge 式 X 射線管 (71.3) 放射性 (71.4) α, β 及 γ 射線 (71.5) 原子核與質子 (71.6) 原子序數 (71.7) 原子核之組成 (71.8) 同位質 (71.9) Aston 之質譜 (71.10) 核外電子之分佈與 Bohr 氏之原子模型 (71.11) 放射質之自然崩潰與破壞原子核之實驗 (71.12) 宇宙射線

索引

下冊附表

第二十四表 中華民國各大城市地磁情況(39.5 節)

第二十五表 介電常數(45.1 節)

-
- 第二十六表 電阻係數 ρ 與其溫度係數(47.7 節)
- 第二十七表 折射係數 (黃色鈉光) (60.9 節)
- 第二十八表 凸面透鏡造像情況(61.5 節)
- 第二十九表 凹面透鏡造像情況(61.5 節)
- 第三十表 各種操作所需之照度(64.7 節)
- 第三十一表 糖之光轉偏極係數(68.14 節)
- 第三十二表 Fraunhofer 線之波長(69.2 節)
- 第三十三表 各式電磁波之波長與頻率(69.9 節)
- 第三十四表 互補色(70.3 節)
- 第三十五表 元素週期表(71.6 節)

第四編 電磁學

(0.11) 電磁學總說 電磁的各現象可分爲三科目討論：靜電學 (electrostatics)，靜磁學 (magnetostatics)，及電磁學 (electromagnetism) 是也。琥珀或玻璃與絲絹互相摩擦之後，均能吸取輕小物品。此等現象即爲靜電學之基礎。磁針之功用，人類知之，爲時固甚早，顧靜磁學之得成爲科學之一，則僅晚近三百年事。其始，琥珀經摩擦後而有之吸力，與磁鐵吸取鐵屑之力，常混認爲同種作用，迨 Gilbert 於 1600 年以實驗考究之，二現象之不同始明，而靜電學與靜磁學於是乃各立門戶。此係就靜止的現象而言。惟一離開靜止狀態，電與磁實有相當之關係，討論此等關係之科學是謂電磁學。

1800 年，Volta 發明電池以產學電流，越二十年，Oersted 在電流通行之導體之周圍，復發見其有磁場。是爲吾人察覺電與磁有相互關係之始。其後 Faraday 於 1831 年發見置於變更磁場中之完閉導線，因感應作用，其中有電流通行。於是電與磁之關係，益爲科學家所重視，而電磁學之基礎經多人之研究，乃益臻鞏固。

表示電，磁，及電與磁各作用之基本定律有三：其一表兩電荷間之力，其二表兩磁極間之力，其三則表電荷移動時，其對於磁極之力。前二者均爲 Coulomb 氏 (1785 年) 所首先證明，後

者則爲 Ampère 氏 (1823 年) 之貢獻。以此三定律爲根據，而益以能量不滅原則，電磁學中其他各律例均可推得。然此三定律者，僅敘述電磁作用之效果，至於因何而有此三效果，則吾人至今尙無解釋。

除確定電磁作用之效果及用之以陳述其他之電磁現象外，電磁作用之如何傳播及電與磁之本性奚似，亦爲電磁學中之重要問題。在 Faraday 之前，物理家多認電磁現象爲超距作用 (action at a distance) 之一。自 Faraday 藉力線 (lines of force) 之假設，以說明電磁現象後，介遞作用 (action in the medium) 之說法始露頭角。迨 Maxwell (1864 年) 擴充 Faraday 之說法，以成光之電磁說 (electromagnetic theory of light)，而將光，熱及其他輻射現象均歸納於電磁學之領域內，介遞作用之優點，已甚彰明。其後，Hertz (1888 年) 以實驗證實 Maxwell 之學說，於是超距作用之說法，乃全被推翻。至於晚近 Planck (1901 年) 之量子論 (quantum theory) 與 Einstein (1905 年) 之相對論 (theory of relativity) 皆爲補充 Maxwell 學說之假設，而非與之互相反對者也。

關於電之本性之假設，其始，有 Benjamin Franklin (1747 年) 之單性流體說 (single fluid theory)，及 Robert Symmer (1759 年) 之雙性流體說 (two fluid theory)。自介遞作用之說法出世之後，又有認電爲傳播電磁作用之以太 (ether) 中之應

變 (strain) 者。至於 Faraday 之電解定律，雖已暗示電之“原子性” (atomicity)，然明白的以電爲微粒之電子論 (electron theory)，其理論的基礎，與實驗的證實，則於十九世紀末年，方經 H. A. Lorentz 及 J. J. Thomson 諸人所確定。利用電子論，不但可以解釋金屬導電與電解現象所遵循之各定律，如 Ohm 定律，Joule 定律，Faraday 電解定律等，及 Geissler 放電管 (discharge tube) 與熱游子真空管 (thermionic vacuum tube) 中之各現象，且可藉之以說明物體之磁性。此外，原子之構造，及光學中有關於原子構造之各問題，亦賴電子論與前段所述之相對論與量子論方有解釋。由是觀之，電磁學之範圍實甚廣大，其重要亦可概見之矣。

本編首論靜磁現象，次及靜電現象，然後陳述電與磁之相互作用及電磁現象之應用。至於解釋電與磁之性質之說法，則於相當之章次中，參雜附述，以略示其概要。

第三十五章 磁鐵

(35.1) 天然磁鐵與人造磁鐵 天然磁鐵爲一種黑色鑛石，富有吸引鐵屑之特性。此種鑛石中所包含之主要物質爲四氧化鐵 (Fe_3O_4)。除天然磁鐵外，亦可以人工方法（見 35.4 節）將鐵條磁化。此等人造磁鐵不但能吸引鐵屑。且若以線結其中心而懸之空中，則該鐵條將依一定之方向而靜止，此一定之方向在地球上各處，雖稍有差別，然大致則略爲南北方向。因是，人造磁鐵遂爲測定方向之利器。惟此種功用與我國古史所傳之指南車，完全不同。或謂磁針與羅盤之發明乃吾國發其先河，而後傳入波斯，阿剌伯以及於歐洲者，其事實如何，尚須俟考古家之證明。

人造磁鐵與天然磁鐵，其特性悉同，茲爲便利起見，概稱之

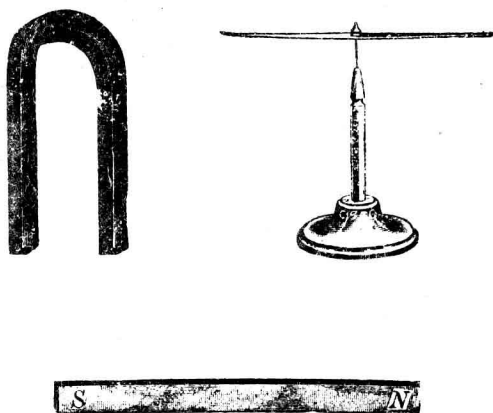


圖 209

爲磁鐵 (magnet)。通常吾人所用以表示磁鐵之特性者，多爲鋼質磁鐵，因其易於製造故也。人造磁鐵最普通之形式有三：馬蹄形磁鐵，條形磁鐵，及磁針（圖 209）。

(35.2) 磁極 將磁鐵插於鐵屑中，取出後，則見鐵屑聚集於磁鐵上數部。由此知磁鐵上有富於吸力之處，亦有竟無吸力之處。吸力強大之處，名曰磁極 (magnetic pole)，無吸力之處，名曰中性區 (neutral region)。吾人由經驗且知每個磁鐵至少有兩個磁極。例如，取一已磁化之鋼針，插於鐵屑中，即見鐵屑聚集於針之兩端，是知在針兩端之處，各有一個磁極。

前節已述懸在空間而能自由旋轉之磁鐵條，其兩端幾依南北方向而靜止，且無論如何旋轉此懸空之磁鐵，當其復靜止時，其指北者，仍幾指北，而指南者仍復指南。因此，吾人名此指北之極爲指北極 (north seeking pole) 或簡稱爲北極 (north pole) 或正極 (positive pole)。其指南之極，則名爲指南極，(south seeking pole) 或南極 (south pole) 或負極 (negative pole)。如磁鐵爲一條細小之針，則其磁極之位置，常約在針端末之一點。故爲便於計算起見，此後吾人常用點極 (point pole) 一詞，以表明磁性所集中之位置，並名聯磁鐵兩極之直線爲磁軸 (magnetic axis) 而規定其正方向爲自南極至北極。

(35.3) 磁極之相互作用 引一磁鐵使其北極接近懸於空中之磁針之北極，則見後者立被排斥。反之，若以南極試之，則懸