

S. GLASSTONE

电化学概論

上 册

科学出版社

电 化 学 概 論

上 册

原 著 者 S. Glasstone
俄文編譯者 Б. Н. Кабанов
中文譯者 賈立德 李德春 梁英教
張联科 黃琰玉

科学出版社

1952

內 容 介 紹

本書系根据苏联外国文出版社出版的由 B. H. Кабанов 教授等所編譯的“电化学概論”1951 年版譯出，翻譯时並参考 S. Glasstone 的英文原著。

中譯本分上下兩册出版。上册包括原書第一章至第七章，下册包括原書第八章至十六章及附录。內容可分为四个部分：(1)關於电流通过溶液的問題，(2)电化学平衡和活度理論，(3)酸鹼平衡，(4)电化学动力学和电动現象。

本書的敘述明晰而有系統，实验材料也很丰富。英文版很少引用俄国和苏联学者的著作这是一个很大的缺点，此外在不可逆电化学过程理論部分也過於簡略和粗糙，但經過俄文編譯者的补充与修訂並加上电极过程和双电層結構一章，便消除了上述缺点而成为一本比較完善的、很有价值的电化学习論参考書，可供化学工程师、分析化学工作者以及与电化学习有關的各个部門的科学工作者作为参考之用。

电 化 学 概 論 上 册

原 著 者 S. Glasstone

俄文編譯者 B. H. Кабанов

中文譯者 賈 立 德 等

*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

北京西四印刷厂印刷 新华書店总經售

*

1958 年 6 月第 一 版

1958 年 6 月第一次印刷

(京) 0001-2,253

書号: 1196

字數: 246,000

開本: 856×1163 1/32

印張: 10 3/16

定价: (10) 1.90 元

前 言

本書系根据 Samuel Glasstone 原著 Б. Н. Кабанов 教授等編譯苏联外国文書籍出版社(Издательство иностранной литературы)在 1951 年出版的“电化学概論”(Введение в электрохимию)俄文譯本譯出的。我們在翻譯時也參考了英文原書。

關於原著的优缺点俄文編譯者已在序言中作了詳盡的分析，我們在翻譯過程中体会到原著的內容極其丰富，几乎包括了电化学各个領域內的基本知識，尤其是經過俄文編譯者的修訂和补充，更臻完善，确是一本很有价值的电化学习論參考書。

全書共十七章，中譯本分上下兩冊出版。上冊共七章，內容为電解質的電導及其理論、離子的移動、自由能和活度、可逆電池及電極電勢；下冊共十章，內容为氧化還原體系、酸與鹼、氫離子濃度的測定、中和與水解、兩性電解質、極化與超電壓、金屬的沉澱與腐蝕、電氧化與電還原、電動現象及電極過程與雙電層的結構。

本書對下列各部分敘述得最為詳盡：電解質溶液的理論、平衡電極過程的理論、酸鹼和氧化還原平衡的理論、電解的理論、雙電層的理論、電化學在化學分析和其他實用方面的應用原理，電化學測量的現代方法。並在書末附有標準電勢表和活度系數表。

本書可供化學工程師、分析化學工作者以及與電化學有關的各個部門的科學工作者作為參考書和手冊之用。

本書由東北工学院梁英教(第一章和第二章的 § 1—11)、黃琮玉(第二章 § 12—35, 第七章)、賈立德(第三章)、張聯科(第四章, 第五章)、李德春(第六章)等同志翻譯，並由梁英教同志總校，經賈立德、李德春二同志作最後校閱。

譯 者

俄譯本編譯者序言

Glasstone 所著的这一本書敘述了电化学理論的基本知識，几乎闡明了这一科学的所有主要部門。本書的內容可以分为以下四个部分。第一部分(1—4 章)是关于电流在溶液中通过的問題，第二部分(5—8 章)是討論电化学平衡和活度理論的問題，在此也闡述了强电解質的理論並就电解質溶液的性質对理想溶液諸定律發生偏差的原因給以物理的解釋。第三部分(9—12 章)敘述了电化学平衡諸定律在酸鹼平衡上的应用，而酸鹼平衡在分析化学、生物学及其他一些科学中都是具有很大的意义的。最后，第四部分则是关于电化学过程的动力学(13—15 章)和电动現象(16 章)，也就是分散質点和溶液在电場內运动的問題。

原書(指英文版——譯者註)有許多缺点。其中最重要的是作者很少敘述和引用俄国和苏联的物理-化学家的著作，而在电化学的發展中，他們的功績是很大的。Glasstone 沒有引用俄国学者們的一些著作，反而引用了与其类似而較不重要的英美著作。因此我們力求在序言和附註中尽可能地指出我国科学在电化学發展中的优先地位。

电化学是物理化学的一部分。物理化学的奠基者是偉大的俄国科学家 М. В. Ломоносов。我国电化学的發展是从 В. В. Петров 对水和其他液体的电解的出色的研究开始的(1801)。他也是电解金屬氧化物制取金屬的第一人。在这些發現以后不久(1805)，Ф. Ф. Гроттс研究了溶液电导的理論，現时就借助於这一理論來解釋酸和鹼的电导(离子和水分子間質子的交換)。此外，Ф. Ф. Гроттс还發表这样的观念，認為“在电流的任何作用以前，分子就

已經解离……”(1818)。在这一假設中,以及在后来另一位俄国科学家 Э. X. Ленц 的意見中,無疑地已經包含了电离理論的基本原理的預見。Э. X. Ленц 拟定了測量的方法,进行了溶液电导的广泛研究(1840)並向科学引进了一个电化学的基本概念——關於当量电导的概念(1877)。Э. X. Ленц 和 А. С. Савельев 一起,發展了电極極化的一些新观念,这些观念已成为这一領域內的現代理論的基础。

Д. И. Менделеев 創立了溶液的化学理論(1865年及稍后),根据这一理論,溶液乃是不稳定的,离解的化合物,現在称为溶剂化物,在水溶液的特定情况下即是水化物。他的学生 Д. П. Коновалов 是最先应用热力学方法研究溶液的学者之一,他确立了非水溶液电导發生的原因之一——分子的相互作用而导致离子的生成。Л. В. Писаржевский 及另一些俄国物理化学家都曾成功地研究过非水电解質溶液。

И. А. Каблуков 和 В. А. Кистяковский 首先指出溶液現代理論發展的途徑——Д. И. Менделеев 所創立的水化理論與 Arrhenius 所發展的电离理論相配合的途徑。И. А. Каблуков 首先指出了關於电解質离子的水化作用这一对溶液理論很重要的观念,在1889年他就已經發現了反常电导的現象。

В. А. Кистяковский 从1901年,而 И. А. Изгарышев 从1913年就早已富有成效地研究了金屬的鈍性,並且發展了膠体保护膜的理論和金屬电沉积的理論。В. А. Кистяковский 發現並研究了运动电性鈍化現象(Моторноэлектрическое явление),就是溶液的运动对許多金屬电極的鈍性的影响。

1902年 И. А. Каблуков 写成了在俄国的第一本普通电化学教科書,而在1921年 П. П. Федотьев 出版了第一本工艺电化学教科書。

在俄国不仅在电化学的領域內,而且在电化学应用於实际間

題的領域內也完成了許多重大的發現。1837年 Б. С. Якоби 發現了電化學的第一個工業應用——電鑄，即金屬在非導體上的沉澱。這一發現就引起了金屬電沉澱的其他方法的發展。十年以後，在俄國已經提出了電解精煉銅的方法，而在1867年 Ф. Г. Федоров 就發明了製造無縫銅管的電解法。Б. С. Якоби 提出了實際應用可逆電池作為電源的概念，這給建立原電池和蓄電池的工作打下了基礎。在1844年 П. Р. Багратион 提出在丹聶耳電池的溶液中加入粘土或砂的方法而發明了“干電池”。Сосновский (1866) 和 П. Н. Яблочков (1884) 發明了許多新的化學電源。Э. Х. Лещи 和 А. С. Савельев 第一次發現電解系統對交流電的整流作用(1845)。

電化學在基本化學工業上的應用首先是由 Ф. Вашук 和 П. Глухов 在1879年提出的。他們用以制氫和鹼的電解槽已經具有制氫工業的現代隔膜電解槽的所有特點。在1888年 Д. А. Лачнов 設計了加壓電解水的裝置。現代的電解槽也還應用這一發明。В. И. Лапшин 在19世紀中葉進行了熔融電解質實際電解的最初的一些試驗。

蘇聯的電化學按其科學工作的規模和水平來說都大大地超過了革命以前。在許多理論的和實用的電化學領域內，蘇聯學者都有巨大的成就，並且遠遠超過了國外的學者。在序言中由於篇幅所限，我們不可能對蘇聯電化學家們出色的成就敘述得十分完全。與原文題目有聯繫的一些蘇維埃時期的工作將在附註中加以引述。

Glasstone 所著的這本書除了上述的缺點以外，還應當指出其中個別章節敘述得過於簡略和粗糙，這主要是在不可逆電化學過程理論的敘述方面。近年來在這一領域內所積累的豐富的理論和實驗材料在本書中並沒有得到應有的反映。不可逆電化學過程理論敘述得不够完全的基本原因，是在電化學的這一領域內國外科學的落後性。因此在翻譯時就不得不在本書的這一部分中加入最

多的附註，並且还加上一章附录来敘述双电層和电極过程动力学的現代理論的一些問題。

在翻譯第十三章时，我們不得不刪去了 Eyring-Glasstone 等的陰極析出氫的理論的敘述，因为这一理論是不正确的，現今已为許多作者所摒棄。

我們出版 Glasstone 的这一本書是鑒於下述的几个原因。本書的特点是敘述的系統性和明晰性，而沒有累贅的細節，在大多数情况下，都以很好地选出的实验材料來說明。大部分的章节都在現代科学水平的基础上来敘述，这个特点表现在敘述电导理論、电解质溶液理論以及酸鹼和电極的电化学平衡理論的各章中。在这几章中也很好地敘述了电化学研究的現代方法的原則。本書还提供了一些很好的說明、例子和習題，對於材料的掌握是有幫助的。

本書是为广大讀者而翻譯的。科学工作者和电化学工程师可以从本書获得系統闡述的有益的知識。本書對於科学工作者理解專門的电化学文献当有助益。由於其中引用的实验数据頗为丰富，特別是电动势表和活度系数表，故可用作手册。

本書的翻譯者是：B. B. Лосев (1—5 章)，A. Ц. Зак (6—8, 13, 14 章)，A. B. Городецкая (9—12, 15, 16 章)，T. A. Крюкова (13 章的一部分)。

Б. Н. Кабанов 教授

上 冊 目 录

第一章 緒論	1
§1. 电流的性質 1. §2. 电动势、电流和电阻;欧姆定律 2. §3. 电的量綱和單位 3. §4. 国际單位 5. §5. 电能 6. §6. 导体的种类 6. §7. 电解的現象和机构 8. §8. 电离学說 10. §9. 离子学說的証明 13. §10. 溶剂对电离的影响 15. §11. 电解定律 17. §12. 电量的單位——法拉第 19. §13. 电量的量度 24. §14. Faraday 定律的普遍适用性 26. §15. 具有两种价态的离子 28. §16. Faraday 定律的意义 29. §17. 电解时的电子 30.	
習題	31
参考文献	32
第二章 电解質的电导	34
§1. 电阻率和电导率 34. §2. 当量电导 35. §3. 电阻的測定 36. §4. 电解質的电阻;概述 37. §5. 交流电源和檢流計 39. §6. 測定电导的电極 41. §7. 电导池,电导池常数 42. §8. 电导池的構造 43. §9. 溫度的調节 47. §10. 交流电桥的結構 47. §11. 交流电桥的屏蔽 49. §12. 溶剂的制备;测电导用水 50. §13. 溶剂电导的校正 52. §14. 溶液的制备 53. §15. 用直流电測定电导的方法 54. §16. 在高电压和高頻率时測定电导 55. §17. 电导的測定結果 56. §18. 电导比 59. §19. 当量电导的極小值 60. §20. 無限稀釋时的当量电导 62. §21. 离子的独立运动 64. §22. 离子电导的应用 66. §23. 离子的絕對速度;离子的迁移率 67. §24. 离子速度的实验測定 70. §25. 温度对离子电导的影响 70. §26. 离子电导和粘度;温度和压力的影响	

71. §27. 溶剂对离子电导的影响 73. §28. 反常的离子电导 76. §29. 氫氧离子和其他离子的反常电导 78. §30. 痕量水的影响 78. §31. 微溶电解質溶解度的測定 79. §32. 酸的鹼度的測定 81. §33. 鹽类电离的特征 81. §34. 电导滴定 82. §35. 电导滴定的实验法 87.

習題 89

参考文献 90

第三章 电解質电导的理論 93

§1. 离子速度的变化 93. §2. 电离度 94. §3. 离子間引力、离子云 95. §4. 离子云的松弛时间 101. §5. 电解質电导的机构 102. §6. Debye-Hückel-Onsager 方程式的驗證 106. §7. Onsager 方程式的偏差 111. §8. 电离度的意义 113. §9. 电离度的測定 115. §10. 电导比与 Onsager 方程式 117. §11. 在高頻率时电导的色散 120. §12. 高电势梯度下的电导 122.

習題 124

参考文献 125

第四章 离子的移动 127

§1. 迁移数 127. §2. Faraday 定律和离子的速度 128. §3. Hittorf 法 130. §4. 电極上的化学变化 131. §5. Hittorf 法; 实验部分 132. §6. Hittorf 法測定迁移数的改良仪器 134. §7. 真实迁移数和表观迁移数 135. §8. 界面移动法 138. §9. Kohlrausch 調整比 139. §10. 实验方法 141. §11. 迁移数測量的結果 143. §12. 温度对迁移数的影响 144. §13. 迁移数和濃度; Onsager 方程式 145. §14. 离子的当量电导 148. §15. 混合物中的迁移数 150. §16. 反常的迁移数 150.

習題 151

参考文献 153

第五章 自由能和活度 155

§1. 偏克分子量 155. §2. 偏克分子自由能; 化学势 156. §3. 活度和活度系数 156. §4. 活度系数的形式 158. §5. 平衡常数和自由能的变化 161. §6. 电解质的活度 162. §7. 活度系数值 164. §8. 离子强度 165. §9. Debye-Hückel 的理论 166. §10. Debye-Hückel 的极限定律 169. §11. 用于较浓溶液的 Debye-Hückel 方程式 171. §12. Debye-Hückel-Brønsted 方程式 173. §13. Debye-Hückel 方程式的定性验证 174. §14. Debye-Hückel 极限方程式的定量验证 175. §15. 渗透系数 178. §16. 在相当浓的电解质溶液中的活度 179. §17. 浓溶液中电解质的活度 180. §18. Debye-Hückel 理论的进一步发展 181. §19. 离子的缔合 183. §20. 缔合度 185. §21. 缔合常数 186. §22. 离子的三联体 187. §23. 离子的三联体和电导的最小值 190. §24. 电解质中的平衡; 电离常数 191. §25. 强电解质 195. §26. 中强电解质和弱电解质 196. §27. 溶度积法则 199. §28. 有同离子存在时的溶解度 200. §29. 络离子的形成 202. §30. 不安定常数的测定 203. §31. 用测量溶解度的方法测定活度系数 204. §32. 溶解度和 Debye-Hückel 理论 207. §33. 强电解质的热化学性质 209.

习题 212

参考文献 214

第六章 可逆电池 217

§1. 化学电池和浓差电池 217. §2. 不可逆电池和可逆电池 218. §3. 可逆电极 219. §4. 可逆电池的电流方向和符号 221. §5. 可逆电池中所产生的反应 222. §6. 电动势的测定 225. §7. 检流计 228. §8. 标准电池 230. §9. 可逆电池中自由能和热函的变化 231. §10. 浓差电池; 无迁移电池 233. §11. 未齐电池 236. §12. 活度系数的测定 237. §13. 有迁移的浓差电池 240. §14. 借助于有迁移的电池测定活度系数 242. §15.

§ 76. 基本問題	381
§ 77. 拱的挠度影响函数	385
§ 78. 拱的振动、稳定和动力稳定的积分方程式	388
§ 79. 压弯拱的动力稳定問題的提出	395
§ 80. 双铰圆拱	397
§ 81. 拱的动力稳定的非綫性問題	404
§ 82. 实验結果	410
第十九章 平面弯曲形式的动力稳定性	416
§ 83. 問題的提出·狭窄矩形板条的純弯曲	416
§ 84. 結果的推广·任意鉛直荷載的情况	421
§ 85. 例題	425
§ 86. 荷載性質的影响	430
§ 87. 考虑非綫性因素	435
§ 88. 强迫振动与参数激振的交互作用	440
第二十章 靜不定剛架的动力稳定性	447
§ 89. 問題的提出·“精确”計算法	447
§ 90. 剛架振动計算的近似法	451
§ 91. 剛架的靜力稳定計算	461
§ 92. 剛架的动力稳定計算	468
§ 93. 共振时的振幅計算	471
第二十一章 平板的动力稳定性	476
§ 94. 平板的固有振动和靜力稳定方程式	476
§ 95. 平板动力稳定微分方程式的推导	481
§ 96. 积分的最簡單情况	484
§ 97. 一些特別問題	489
§ 98. 变分法的应用	494
§ 99. 非綫性問題的提出·基本方程式	497
§ 100. 两个非綫性問題	502
§ 101. 縱向慣性力的考虑	509
第二十二章 壳体的动力稳定性	519
§ 102. 問題的提出	519
§ 103. 非常扁平壳体的情况	523
§ 104. 圓柱形壳体的动力稳定性	525
§ 105. 球形壳体的动力稳定性	531
§ 106. 壳体的动力稳定性	531
§ 107. 壳体的动力稳定性	531
§ 108. 壳体的动力稳定性	531
§ 109. 壳体的动力稳定性	531
§ 110. 壳体的动力稳定性	531
§ 111. 壳体的动力稳定性	531
§ 112. 壳体的动力稳定性	531
§ 113. 壳体的动力稳定性	531
§ 114. 壳体的动力稳定性	531
§ 115. 壳体的动力稳定性	531
§ 116. 壳体的动力稳定性	531
§ 117. 壳体的动力稳定性	531
§ 118. 壳体的动力稳定性	531
§ 119. 壳体的动力稳定性	531
§ 120. 壳体的动力稳定性	531
§ 121. 壳体的动力稳定性	531
§ 122. 壳体的动力稳定性	531
§ 123. 壳体的动力稳定性	531
§ 124. 壳体的动力稳定性	531
§ 125. 壳体的动力稳定性	531
§ 126. 壳体的动力稳定性	531
§ 127. 壳体的动力稳定性	531
§ 128. 壳体的动力稳定性	531
§ 129. 壳体的动力稳定性	531
§ 130. 壳体的动力稳定性	531
§ 131. 壳体的动力稳定性	531
§ 132. 壳体的动力稳定性	531
§ 133. 壳体的动力稳定性	531
§ 134. 壳体的动力稳定性	531
§ 135. 壳体的动力稳定性	531
§ 136. 壳体的动力稳定性	531
§ 137. 壳体的动力稳定性	531
§ 138. 壳体的动力稳定性	531
§ 139. 壳体的动力稳定性	531
§ 140. 壳体的动力稳定性	531
§ 141. 壳体的动力稳定性	531
§ 142. 壳体的动力稳定性	531
§ 143. 壳体的动力稳定性	531
§ 144. 壳体的动力稳定性	531
§ 145. 壳体的动力稳定性	531
§ 146. 壳体的动力稳定性	531
§ 147. 壳体的动力稳定性	531
§ 148. 壳体的动力稳定性	531
§ 149. 壳体的动力稳定性	531
§ 150. 壳体的动力稳定性	531
§ 151. 壳体的动力稳定性	531
§ 152. 壳体的动力稳定性	531
§ 153. 壳体的动力稳定性	531
§ 154. 壳体的动力稳定性	531
§ 155. 壳体的动力稳定性	531
§ 156. 壳体的动力稳定性	531
§ 157. 壳体的动力稳定性	531
§ 158. 壳体的动力稳定性	531
§ 159. 壳体的动力稳定性	531
§ 160. 壳体的动力稳定性	531
§ 161. 壳体的动力稳定性	531
§ 162. 壳体的动力稳定性	531
§ 163. 壳体的动力稳定性	531
§ 164. 壳体的动力稳定性	531
§ 165. 壳体的动力稳定性	531
§ 166. 壳体的动力稳定性	531
§ 167. 壳体的动力稳定性	531
§ 168. 壳体的动力稳定性	531
§ 169. 壳体的动力稳定性	531
§ 170. 壳体的动力稳定性	531
§ 171. 壳体的动力稳定性	531
§ 172. 壳体的动力稳定性	531
§ 173. 壳体的动力稳定性	531
§ 174. 壳体的动力稳定性	531
§ 175. 壳体的动力稳定性	531
§ 176. 壳体的动力稳定性	531
§ 177. 壳体的动力稳定性	531
§ 178. 壳体的动力稳定性	531
§ 179. 壳体的动力稳定性	531
§ 180. 壳体的动力稳定性	531
§ 181. 壳体的动力稳定性	531
§ 182. 壳体的动力稳定性	531
§ 183. 壳体的动力稳定性	531
§ 184. 壳体的动力稳定性	531
§ 185. 壳体的动力稳定性	531
§ 186. 壳体的动力稳定性	531
§ 187. 壳体的动力稳定性	531
§ 188. 壳体的动力稳定性	531
§ 189. 壳体的动力稳定性	531
§ 190. 壳体的动力稳定性	531
§ 191. 壳体的动力稳定性	531
§ 192. 壳体的动力稳定性	531
§ 193. 壳体的动力稳定性	531
§ 194. 壳体的动力稳定性	531
§ 195. 壳体的动力稳定性	531
§ 196. 壳体的动力稳定性	531
§ 197. 壳体的动力稳定性	531
§ 198. 壳体的动力稳定性	531
§ 199. 壳体的动力稳定性	531
§ 200. 壳体的动力稳定性	531

第一章

緒論

§1. 電流的性質 假如將兩塊不同的金屬薄片放置於导电的液体例如鹽或酸的水溶液中, 这样的体系就成为电源, 通常称它为伏特電池或加伐尼電池, 以紀念在这一領域內曾完成了經典性發現的 Volta 和 Galvani. 若用金屬線連結電池的金屬薄片並在其附近放置一磁針, 則磁針就要从它的原来位置偏轉; 在此同时並可發現導線是变热了. 如果截断導線並將其兩端插入导电的溶液中, 則可以在導線与液体接触的地方观察到化学过程^①. 这些过程可以表现为析出气体, 也可以是由金屬鹽溶液中沉积出金屬. 这些现象, 即磁的、热的和化学的效应都是由於电流通过导体所引起的. 观察磁針偏轉的方向和化学过程的性質表明: 电流的方向可以認為是一定的. 在当时还不可能給与此方向以絕對的定义, 因此採用了以下習用的定义: 若想像我們是沿着电流的方向並且观察指南針的指針, 則其北極將向左边偏轉. 当电流通过溶液时, 通常在正电流入溶液所經過的導線上析出氧, 而在电流流出溶液的導線上析出氫或金屬.

選擇这一習用的定义是不适当的, 因为自电子發現以后已經清楚地知道, 电子的运动就是电流; 同时也發現电子流所产生的磁效应与同一方向正电流所發生的效应相反. 因此就必須認為电子是負电荷, 才不致於破坏公認的电流方向的定义. 因为在金屬中电

① 在金屬電解質界面上發生的物質变化以及电流通过此界面而引起的物質变化都称之为电化学过程而不簡單地称为化学过程是較為适当的. (俄譯者)

流仅仅是由电子輸送,这也就是说电子流的方向与公認的电流方向相反。应该着重指出,这一差别並沒有本質上的意义。若採用相反的电流方向的定义,則电子就应認為是正电荷,此时电子流和电流的方向就会相同。虽然改变这一習用的定义就可以达到大大地簡化的目的,但是在科学發展的現况下来作这样的改变已經太迟了。

§2. 电动势、电流和电阻: 欧姆定律 若將两个相同的加伐尼电池互相连接就像伏特在他自己的电池中所做的那样——使一个电池的一种金屬(例如鋅)与另一电池的另一金屬(例如銅)连接,則在外电路不变的条件下电流的磁力和化学作用就要增强。两个电池所具有的电力动力要比一个电池的大些,此力^①是电流通过导線的原因,称为电动势或 *e. m. f.*。在电流通过的电路中,任何兩点之間存在着电势差,全部电动势就是所有电势差的代数和。

在加長连接某一加伐尼电池中金屬薄片的导線时,电流对磁針的作用及其化学作用都要減弱。因此,增加导線的長度时,通过电流就变得困难了。表示物質阻碍电流通过的这一性質称为电阻,較長导線的电阻比短导線的电阻大。

在某一电路中,根据电流的磁效应或化学作用所量得的电流强度显然与产生电流的电池的电动势有关,也与电路的电阻有关。这些量之間的关系可以用欧姆定律来表示,根据此定律,电流强度 I 正比於电动势 E ,反比於电阻 R ; 因此,欧姆定律的数学式子就是

$$I = \frac{E}{R}. \quad (1)$$

此定律的正确性已經为各种类型的导体所作的許多实验所証实;只是對於某些溶液,当通过頻率很高的交流电时以及在电压很高

^① 电力推动力並沒有机械力的量綱,只是由於它和引起液体在管中流动所需之力相似,所以才应用这一名詞。

的情況下這一定律才不能應用。在這些情況下歐姆定律的不適用性與溶液理論聯繫起來看是很有意義的(參閱第三章)。

從(1)式可以看到,電動勢等於電流強度與電阻的乘積。換句話說,電路中任意兩點間的電勢差等於此兩點間的電阻與電流強度的乘積,而電流強度在整個電路中都是相同的。在電化學的測量中常用此規則,以後進一步的敘述中將會清楚地看到。

§3. 電的量綱和單位 相距為 r 的兩個點電荷 ε 和 ε' 互相作用的靜電力 F 以下式表示:

$$F = \frac{\varepsilon \varepsilon'}{\kappa r^2};$$

κ 與介質的本性有關(庫倫的靜電定律)。既然力的量綱等於 mlt^{-2} , 其中 m 為質量, l 為長度, t 為時間, 則電荷或電量的量綱將是 $m^{\frac{1}{2}} l^{\frac{3}{2}} t^{-1} \kappa^{\frac{1}{2}}$, κ 的量綱則未定。電流強度由單位時間內通過導體的電量或電荷量來決定, 因此電流的量綱將是 $m^{\frac{1}{2}} l^{\frac{3}{2}} t^{-2} \kappa^{\frac{1}{2}}$ 。在相距為 r 的兩個磁量 p 和 p' 相互作用的磁力等於 $\frac{pp'}{\mu r^2}$, 其中的 μ 對一定的介質是一個常數(磁力的庫倫定律)。因此, 磁量的量綱應為 $m^{\frac{1}{2}} l^{\frac{3}{2}} t^{-1} \mu^{\frac{1}{2}}$ 。基於理論的推导, 可以指出: 磁量環繞電流的封閉電路移動時所作之功與磁量和電流強度之乘積成正比, 但因功的量綱等於 $ml^2 t^{-2}$, 故電流的量綱應為 $m^{\frac{1}{2}} l^{\frac{1}{2}} t^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}}$ 。既然電流強度的量綱是同一的而求得的方法無關, 因此就有下列等式:

$$m^{\frac{1}{2}} l^{\frac{3}{2}} t^{-2} \kappa^{\frac{1}{2}} = m^{\frac{1}{2}} l^{\frac{1}{2}} t^{-1} \mu^{-\frac{1}{2}},$$

$$\therefore \kappa^{\frac{1}{2}} \mu^{\frac{1}{2}} = l^{-1} t.$$

量綱 $l^{-1} t$ 乃是速度倒數的量綱; 實驗和理論已經證明此速度等於光速, 即 2.9977×10^{10} 厘米/秒, 在通常的情況下 3×10^{10} 厘米/秒已足夠準確。

實際上 κ 和 μ 在真空中都假設等於 1, 因此, 都是純數, 分別稱為介質的介電常數和導磁率。由於 κ 和 μ 對於同一介質不能都

等於 1, 所以假設 $\kappa=1$ 所推出的單位應與假設 $\mu=1$ 所得的單位不同^①。第一種單位稱為靜電單位, 第二種稱為電磁單位, 並且, 根據上述的討論, 應有下列關係:

$$\frac{1 \text{ 電流的電磁單位}}{1 \text{ 電流的靜電單位}} = 3 \times 10^{10} \text{ 厘米/秒}$$

因此, 若長度、質量和時間分別以厘米、克和秒來表示, 即以 C. G. S. 制表示, 則電流強度的電磁單位為靜電單位的 3×10^{10} 倍。用 C. G. S. 制表示, 電流強度的電磁單位規定為這樣的電流強度, 在半徑為 1 厘米的圓形導體中, 電流通過 1 厘米的一段圓弧時, 作用於放置在圓心處單位磁量上的力等於 1 達因時的電流強度。

電流強度與時間的乘積稱為電量, 它的量綱與電荷的量綱相同。因此, 電荷或電量的電磁單位較相應的靜電單位要大 3×10^{10} 倍。電量與電勢或電動勢的乘積等於功, 若在用電磁單位或靜電單位的兩種情況下, 功或能量都選用同一單位, 則電勢的電磁單位應較靜電單位小 3×10^{10} 倍。若兩點間的電勢差等於一個電磁單位, 則欲使 1 電磁單位的電荷或電量從一點移到另一點就要消耗 1 爾格的功。電勢的靜電單位之確定與電荷的靜電單位完全類似。

在實用方面, 按所有上列電磁單位和靜電單位的數值來說並不都是合用的, 因此就建立了實用單位的系統。電流強度的實用單位安培等於 0.1 電磁單位 (C. G. S. 制的), 而相應的電荷或電量的單位庫倫就等於電流強度為 1 安培的電流通過 1 秒鐘所遷攜的電量。電勢或電動勢的實用單位為伏特, 等於 10^8 電磁單位。與電流強度和電動勢的實用單位相應的電阻單位為歐姆, 當導體兩端

① 在靜電系統中介電常數的單位假設為純數, 因此, 在此系統中導磁率單位的量綱為 $l^{-2}t^2$ 。反之在電磁系統中, 假設導磁率為純數, 因而, 介電常數的量綱就應為 $l^{-2}t^2$ 。[參閱 И. Е. Тамм, Основы теории электричества, Гостехиздат, ОГНЗ. 1946] (俄譯者)。

的电势差为 1 伏特,而流过导体的电流为 1 安培时,此导体的电阻等於 1 欧姆。借助於电流强度、电动势和电阻的这些單位就可以將欧姆定律写成这样的形式:

$$\text{安培} = \frac{\text{伏特}}{\text{欧姆}}. \quad (2)$$

应用上述有关的电磁單位、靜电單位和实用單位之間关系的数据可將各种單位联系起来而組成下表。既然對於电化学來說,实用單位是最适用的,因此,表示各种單位間的关系时給出和 1 个实用單位相当的电磁單位或靜电單位的数目,是最方便的。这些数值列於表 1 中。

表 1 电單位的換算

	实用單位	相 当 的 数	
		电 磁 單 位	靜 电 單 位
电流强度	安培	10^{-1}	$3 \cdot 10^9$
电量或电荷	庫侖	10^{-1}	$3 \cdot 10^9$
电势或电动势	伏特	10^8	$(300)^{-1}$

§4. 国际單位 上节所述的电單位都是借助於在实验室的条件下不易量度的那些量来表示的,因此在 1908 年,国际委员会採用了另外的电的实用單位的定义。国际安培規定为这样的电流强度,通过此电流 1 秒鐘,能从銀鹽溶液中析出 1.11800 毫克銀。国际欧姆是長为 106.3 厘米、重为 14.4521 克、截面均匀的汞柱在 0°C 时的电阻。国际伏特規定为在电阻为 1 国际欧姆的体系中为了保持电流强度为 1 国际安培所需之电势差或电动势。然而已經發現,由这样的方法所确定的国际單位与在 C. G. S. 制的基础上所确定的單位並不能严密地相符合。因此 C. G. S. 制的單位就称为绝对單位以便和国际單位区别开来。国际安培等於 0.99986 绝对安培,而国际欧姆等於 1.00048 绝对欧姆,因此国际伏特就等於