

一九四〇年十二月初版
一九五〇年二月三版

大學叢書
(教本) 生理學實驗一冊

◆(B2174.3)

基價貳拾貳元

印刷地點外另加運費

著 者 蔡 翹 襄

發行人 陳 懋 解

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

版 權 所 有
翻 印 必 究

(本書校對者徐培生)

近年來吾國醫學教育之擴充與進步，使吾人深感醫學校向來之採用外國教本殊爲失策。但回顧吾國出版界，適合醫學校應用之中文課本，實爲鳳毛麟角，貧乏異常。以生理學而言，坊間雖亦曾見數種，但皆極難以充大學醫學院教學之用。編者有感於此，特於二十五年夏將數年前出版之生理學，重行寫作，充實內容，雖尚未臻完善，但際此書荒之時，亦不無補益。

二十六年正月間，編者重任國立中央大學醫學院教席，並兼教衛生教育科及國立牙專學生，於是依照拙作生理學課本之程序，按據部頒大學醫學院課程標準，並參照個人過去教學之經驗，排定學生實習次序，囑吳君襄及林君春業着手編纂生理學實驗。經吾三人數閱月之工作，初稿始竣，同時即行油印，以供牙專學生實習之需。由該一學期之經驗，復斟酌本實驗室之設備情形，再由吳君及鄙人重行修訂，並充實材料，以期適合於醫學院課程。同年秋，印成手冊，分發本院學生應用。在試用期間，凡有未妥善處，隨發覺，隨修改。經數次之整理及刪改，現擬正式出版，以公諸國人。

全書分十一章，約二百則；惟其中有三數實驗，因設備關係，暫時或不能舉行，惟仍望在最近之將來，從事補充儀器，務使書中所列各實驗無一須行刪脫。本書各項實驗，概與拙著生理學之排列符合，以求理論與實習，兩相對照，俾學生於課本及班上之工作，得以互相聯絡。又爲節省印費起見，本書必帶之圖，凡已見於課本者，一概從略，意謂兩書須同時併用也。

凡標題左角作有一星(*)號者，爲醫學院及牙醫專科學生可免實習，惟在時間許可之範圍內，得選其一部以作表徵之生理學功課，較醫學生約少一小半，誠不能將全部實驗，一一舉行。至於藥物專修科，體育科及理學院等之生理學，如願採用本書爲實習指導者，鄙意以爲可參照本校牙專及衛教之先例，擇要舉行。如因設備及時間關係，執教者自可重加選擇增刪，以符實際情形。至於本書每張僅印一面者，蓋預備以另一面爲學生填寫報告及黏貼記錄之用。

本書編輯時，材料方面取給於 D. T. Harris 之 Experimental Physiology 甚多；此外，R. Burton-Opitz 之 Practical Physiology, W. B. Cannon 之 A Laboratory

Course in Physiology, Liddell 與 Sherrington 之 Mammalian Physiology, R. K. S. Lim 與 T. P. Feng 之 The Physiology of Biological Motion, E. Sharpey-Schafer 之 Experimental Physiology, D. P. Peters 與 D. D. Van Slyke 之 Quantitative Clinical Chemistry (Vol. II), J. G. Douglas 與 D. G. Priestley 之 Human Physiology, 張錫鈞及李落英的動物生理學實驗等書,以及各著名生理學教本,均曾予吾人以可貴之資料。

本書在過去試用時期,易見龍先生嘗與以不少之批評與建議,林春猷先生爲添寫數則關於普通生理學之實驗,蔡紀靜先生爲抄寫繪圖,編者極願藉此道謝。當此國難嚴重時期,商務印書館仍肯爲設法刊行,此種輔助文化之精神,殊值欽佩及感激。

蔡 翹 二十七年秋於成都

生理學實驗須知

(甲) 關於動物者

(1) 生理學實驗大多須以活着的動物爲材料，且每經實驗，動物之生命常須毀傷。動物既爲科學而犧牲，故吾人每次應用動物，亦必須以求得科學的知識爲目標，萬不可草率從事，任意殺戮，而有違人類『好生之德』！

(2) 實驗前後，應善視動物，對其身體健康，宜妥爲照料，俾無飢餓寒冷之苦。

(3) 當進行實驗時，應竭力設法減輕動物之苦痛。非有特殊情形，必先施麻醉劑，俟其完全麻醉後，方可下手。如不可施麻醉劑者，則須以迅速之手續，使動物在至短時間內失去知覺（例如以鎚擊腦後，或毀壞腦脊髓是），然後進行實驗。

(4) 每次實驗之前，應預先將排定之實驗指導熟習，將需用之儀器備齊，然後方可施行手術，俾動物受苦之時間，得以縮短；而吾人之光陰，亦不致虛擲。

(5) 應用哺乳動物爲實驗時，應於施手術前令其飢餓十二至二十四小時，以免其胃腸飽脹，有礙工作。

(6) 施用哺乳動物實驗時，應留意保持動物正常之體溫；普通在麻醉之下，或去大腦之後，每有體溫下降之虞，故宜設法於體面加溫。又凡暴露於空氣之組織或器官，應時用浸於 38°C 生理鹽水之棉花蓋妥，以免冷卻。遇有出血，應迅速以止血鉗夾住，再用絲線縛結，然後移開止血鉗。

(7) 解剖活着動物，切不可剝刮組織，更不可用鑷子夾傷神經及血管。各種手術應相當迅速；過分遲緩可增加組織冷卻，蒸發及乾燥之期間，以及血管及套管塞住之機會。

(8) 每次實驗，每組限用蛙或蟾蜍一隻至兩隻，或哺乳動物一頭；多用時，須照價賠償。

(乙) 關於工作分配者

(1) 凡舉行兩棲動物及人類實驗，皆以兩人爲一組，但於實驗哺乳動物時，則以四人或五人爲一組。此可由同學自由湊集，於學期開始時報告指導者，俾得照組分給儀器。

(2) 以二人爲一組之實驗，共事者之合作，自不發生問題，惟以四人或五人爲一組之哺乳動物實驗，共事者之合作，則絕對必要。每次實驗，應以一人爲施手術者，一人爲其助手，一人管麻醉，一人管儀器，如尚有第五人，則令其任一切雜務。施手術者權充當時組長，其他共事者應聽其指揮。此項工作須輪流擔任，務使各人有學習各項手術之機會。例如組中若爲四人，此次任開刀者，下次當管儀器，再下次管麻醉，而後爲助手，遇而復始。

(丙) 關於儀器者

(1) 儀器除已於學期開始照組分給者外，其餘於需要時，可簽條向儲藏室借取。每次實驗既畢，即須洗擦乾淨，歸還原處。倘有毀壞或短缺，應照價賠償。

(2) 實驗既已分組，各組應專用本組儀器。如有短缺，應向儲藏室簽借，切勿互相授受，有亂秩序，而增損壞之機會。

(3) 零件器具，如刀剪鑷夾等，應各人自備，每兩人(一組)應自備下列外科用具：

(a) 全金屬解剖刀，大小各一把。 (b) 剪子，中(圓頭)小(尖頭)各一把。

(c) 鑷子，中(圓頭)小(尖頭)各一把。 (d) 探針(鈍頭)一支。

(e) 止血鉗，尖鈍頭兩種各三把。 (f) 血管夾，小號，兩只。

(4) 學校所供給之實驗材料，應力事節省，俾不致糜費公帑而損公德。

(5) 偶逢儀器之使用不靈，或稍有損壞，應立即報告指導者，以便修理。

(6) 實驗時，一切佈置應力求整齊有條。此不特工作便利，效率增加，且儀器損壞之機會亦得減少。

(丁) 關於實驗報告者

(1) 每次實驗，除應先熟閱實習指導書外，並須絕對明瞭實驗之目的及意義。如所得結果與預料不同，應報告指導者，俾研究差異之原因。

(2) 如有弧紋記錄，應將其註釋，庶閱之一目了然，同時並須將自己姓名，實驗題目及日期，一一填上。每組祇需記錄一份，但如時間許可，一人一份更佳。

(3) 每實驗完結後，應隨時將結果填於空白處；記錄之染劑乾燥後，應擇要剪裁，貼於每實驗述文之反面；每星期或每月交指導員批閱。

目 次

生理學實驗須知.....	頁 1—2
(甲) 關於動物者.....	1
(乙) 關於工作分配者.....	1
(丙) 關於儀器者.....	2
(丁) 關於實驗報告者.....	2
第一章 緒言.....	頁 1—12
〔I〕 刺激之方法.....	1
甲 機械的刺激	1
乙 溫度的刺激	1
丙 化學的刺激	2
丁 電的刺激.....	2
〔II〕 電之來源	2
甲 原電池	2
乙 蓄電池	3
〔III〕 電路與電極	3
甲 電路	3
乙 電極.....	4
〔IV〕 電刺激之種類	4
甲 定電流.....	4
乙 感應電流	5
丙 容電器放電.....	5
〔V〕 <u>協和式</u> 感應圈與電鑰板.....	5
甲 構造與用途.....	6
乙 各種電流產生法.....	7

(VI) 記錄之方法	8
✓甲 協和式電動機記紋器之構造與用法	8
✓乙 彈簧機記紋器之構成與用法	9
(VII) 薰紙與染紙法	10
(VIII) 麻醉藥之應用法	10

第二章 普通生理學(示例) 頁 13—17

第一節 滲透壓及氣體彌散	13
§ 1 次鐵氰化銅膜	13
§ 2 滲透壓之測量	13
§ 3 氣體彌散作用	14
第二節 表面張力	15
§ 4 一般表面張力之現象	15
§ 5 因表面張力變更而起之運動	15
§ 6 因表面電荷增減而起之表面張力變更	15
§ 7 歐斯瓦氏之物理心	15
第三節 吸附作用	16
§ 8 吸附作用與表面面積	16
§ 9 吸附之排擠現象	16
第四節 通透能	16
§ 10 組織對於氧氣之通透能	16
§ 11 生物薄膜之選擇及定向通透能	16
§ 12 董南氏之薄膜平衡	17

第三章 肌肉及神經 頁 18—52

第一節 運動之種類	18
§ 13 變形運動	18
§ 14 顫毛運動	19
§ 15 精虫運動	19
第二節 橫紋肌之活動	19
(I) 肌肉神經製備法	19

§ 16 腓腸肌與腎神經製備	20
*§ 17 縫匠肌製備	20
*§ 18 舌骨舌肌與舌下神經製備	21
(II) 橫紋肌對於各種刺激之反應	21
§ 19 對於機械刺激之反應	21
§ 20 對於溫度刺激之反應	22
§ 21 對於理化刺激之反應	22
✓§ 22 對於定電流刺激之反應	23
§ 23 對於感應電流刺激之反應	23
§ 24 伽氏實驗	23
§ 25 肌肉之獨立感應性	24
(III) 橫紋肌之機械反應	24
§ 26 單收縮之時間關係	24
*§ 27 低限下刺激之觀察	25
*§ 28 刺激強度改變之效應	26
*§ 29 刺激強弱與收縮大小之關係	27
*§ 30 神經肌接頭之作用	27
*§ 31 極性刺激	27
*§ 32 後加負荷對於收縮之影響	28
§ 33 先加負荷對於收縮之影響	29
*§ 34 等長收縮	29
§ 35 疲勞	31
*§ 36 血液循環對於肌肉疲勞之影響	31
§ 37 複合收縮刺激之總合	32
§ 38 強直收縮之形成	32
§ 39 人體肌肉隨意收縮之節律性	33
§ 40 人體之肌肉收縮與疲勞	34
(IV) 肌肉收縮之因果	34
§ 41 損傷電流(示例)	34
§ 42 動作電流(示例)	35

§ 43	動作電流之效應	37
§ 44	肌肉收縮時熱之產生(示例)	37
§ 45	肌肉收縮時 CO_2 之釋出(示例)	38
§ 46	肌肉收縮時乳酸之產生	38
第三節	平滑肌之活動	39
§ 47	平滑肌之自動收縮	39
§ 48	對於電流刺激之反應	39
§ 49	對於藥物之反應	40
第四節	心臟肌之活動	40
§ 50	有規律之收縮	40
§ 51	全或無反應	42
§ 52	較長之乏興奮期	43
§ 53	從不發生疲勞及強直收縮	44
*§ 54	電解物對於離體心肌之影響(示例)	44
第五節	神經之生理	45
§ 55	神經之傳導性	45
§ 56	神經衝動可作兩向傳導	46
*§ 57	極化現象及乏極化電極(示例)	46
§ 58	神經乏疲勞	47
§ 59	神經衝動之速度	47
*§ 60	直電流之電性影響——電緊張(示例)	48
*§ 61	單條神經纖維之反應(示例)	49
*第六節	電流對於人體之效應	50
§ 62	定電流對於常態肌肉之效應	50
§ 63	枯萎肌肉之反應 示例)	51
§ 64	感應電流對於人體之效應	52
第四章	神經系統	頁 53—62
§ 65	脊神經根之作用——蛙之實驗	53
*§ 66	犬之脊神經根(示例)	54

✓§ 67 蛙之脊髓生理——脊蛙	54
*§ 68 脊犬(示例)	56
*§ 69 脊髓半橫切之影響(示例)	56
*✓§ 70 脊髓背柱毀壞之影響(示例)	56
§ 71 脊動物之緊張反射	57
*§ 72 對抗肌神經之更迭支配	57
✓§ 73 去大腦之蛙	58
§ 74 去大腦之鴿(示例)	58
*✓§ 76 去大腦僵硬(示例)	58
*✓§ 76 姿勢反射(示例)	60
§ 77 大腦作用之定位(示例)	60
§ 78 人體簡單反射之觀察	61
§ 79 替代反射之形成(示例)	62

第五章 感覺器官.....頁 63—77

第一節 視覺	63
§ 80 牛眼球之解剖	63
*§ 81 眼內壓之測量及其恆定性(示例)	64
✓§ 82 網膜倒像之形成(示例)	65
*§ 83 網膜色素與光覺(示例)	65
§ 84 瞳孔反射	65
*§ 85 瞳孔之神經支配(示例)	66
§ 86 水晶體之調度作用	66
*§ 87 檢眼鏡用法	67
*§ 88 網膜鏡用法	68
§ 89 散光之實驗	69
§ 90 盲點大小之測定	70
*§ 91 黃斑	70
§ 92 視覺之銳敏性	70
§ 93 視野	71

§ 94	色盲之測驗	71
§ 95	雙眼視覺	72
第二節	耳及皮膚等之感覺	72
§ 96	人耳鼓膜之檢視	72
§ 97	聽之測驗	73
§ 98	音之傳遞	74
*§ 99	鴿子半規管毀壞之影響(示例)	74
*§ 100	人體前庭視反射之測驗	74
*§ 101	人體平衡與視覺之關係	75
§ 102	觸覺	76
§ 103	痛覺	77
§ 104	溫覺	77

第六章 血液及淋巴 頁 78—99

第一節	血液及其特性	78
§ 105	血球與血漿之比量	78
§ 106	血球數目之計算	79
§ 107	血紅素分量之比色測定	80
§ 108	血液比重之測定	81
§ 109	血液滯性比之測定	81
§ 110	紅血球之滲透阻力	82
§ 111	血液之傳電性(示例)	82
*§ 112	血液之氫游子濃度(示例)	84
*§ 113	血液沉澱率之測定(示例)	86
§ 114	血液總量之測定(示例)	87
§ 115	血液凝固時之物理變化	88
§ 116	中性鹽類對於血凝之影響	89
*§ 117	血管內膜之完整與血凝之關係	90
*§ 118	蛋白腓對於血液凝固之作用	90
§ 119	鈣與血液凝固	91

§ 120 凝血活素之作用	91
§ 121 凝血素之作用	92
§ 122 抗凝血素之作用	92
*§ 123 血凝時之測定	92
*§ 124 血液流出時之測定	93
*§ 125 紅血球之凝集與解體	93
*§ 126 人類之血屬	94
*第二節 法醫上之血液鑑定法	95
§ 127 溶解度及顏色之鑑別	95
§ 128 顯微鏡之鑑別	96
§ 129 分光鏡之鑑別	96
§ 130 血清學之鑑別	97
§ 131 化學之鑑別	97
*第三節 淋巴及其流動	97
§ 132 淋巴之性質	98
§ 133 淋巴之流動(示例)	98

第七章 循環系統 頁 100—130

第一節 心臟之生理	100
§ 134 哺乳類心臟之生理結構	100
§ 135 活瓣作用之觀察(示例)	101
§ 136 局部加溫對於蛙心跳之影響	102
§ 137 心跳時之電位變更(示例)	103
*§ 138 蛙心灌注之實驗	104
*§ 139 離體之哺乳類心臟——冠狀循環之灌注(示例)	104
*§ 140 心之輸出量(示例)	106
§ 141 蛙心之神經支配	107
§ 142 蛙心跳之反射阻遏	108
*§ 143 哺乳類心臟之神經支配及其他	109
第二節 血管之生理	112

§ 144 循環模型(示例).....	112
*§ 145 蛙血管之灌注.....	114
✓§ 146 蛙之血液循環.....	115
✓§ 147 哺乳類之血壓.....	116
§ 148 減壓纖維及班納氏實驗(示例).....	119
*§ 149 頸動脈竇反射(示例).....	120
*§ 150 舒縮血管神經對於血流之作用(示例).....	120
*§ 151 內臟神經之動作.....	122
*§ 152 加壓纖維,減壓纖維,窒息、與縮血管中樞.....	123
*§ 153 脾臟爲一儲血庫(示例).....	123
第三節 人體之循環.....	124
§ 154 心臟之診察.....	124
§ 155 動脈壓與血流.....	126
§ 156 脈搏.....	127
§ 157 靜脈.....	128
*§ 158 心之效率.....	129
*§ 159 皮膚小血管之循環.....	130

第八章 呼吸系統 頁 131—144

第一節 呼吸之機械及其調節.....	131
§ 160 人體胸部之檢驗.....	131
§ 161 肺之通氣.....	132
§ 162 呼吸運動.....	132
§ 163 人工呼吸.....	134
§ 164 胸部動作之模型(示例).....	134
*§ 165 哺乳類之胸部動作.....	135
*§ 166 呼吸運動之調節.....	137
*§ 167 呼吸中樞之定位(示例).....	138
第二節 呼吸及血液氣體之分析.....	139
§ 168 呼氣中二氧化碳之增加.....	139

§ 169 何氏氣體分析器(示例).....	189
§ 170 呼吸氣及肺泡氣之分析(示例).....	140
*§ 171 血液氣體之分析(示例).....	142
*§ 172 動靜脈血含氧量之差別測定(示例).....	144

第九章 營養生理頁 145—162

第一節 消化管之運動.....	145
✓§ 173 人之吞嚥運動.....	145
§ 174 吞嚥不可能之觀察.....	146
*§ 175 吞嚥之神經作用(示例).....	146
§ 176 胃腸運動(示例).....	147
✓*§ 177 饑餓收縮(示例).....	148
第二節 消化液之分泌及消化作用.....	148
*§ 178 唾液之分泌.....	148
§ 179 唾液之消化作用.....	150
§ 180 胃液之分泌及消化作用(示例).....	150
*§ 181 胃酸之檢驗.....	152
*§ 182 胰液及膽汁之分泌.....	153
*§ 183 胰液之消化作用.....	154
第三節 食物之吸收與代謝.....	155
§ 184 水之吸收.....	155
§ 185 小腸吸收與滲透壓之關係.....	155
§ 186 葡萄糖之吸收.....	155
*§ 187 肝臟與糖質等之代謝(示例).....	156
第四節 身體代謝與體溫.....	157
§ 188 一定時間內能力消耗之測定(示例).....	157
§ 189 基底代謝之測定.....	158
*§ 190 小動物之新陳代謝(示例).....	159
§ 191 體熱之發生.....	160
§ 192 體熱之消失.....	161

*第十章 排泄	頁 163—165
§ 193 尿之分泌	163
§ 194 骨盆內器官之神經供給	164
§ 195 汗腺分泌之神經作用(示例)	165
*第十一章 內分泌生理	頁 166—168
§ 196 副甲狀腺割除與痙攣(示例)	166
§ 197 胰腺割除與糖尿(示例)	166
§ 198 腎上腺皮部與生命之維持(示例)	167
§ 199 後垂體素之動作(示例)	167

生理學實驗

第一章 緒言

生物身體構造與作用之單位爲細胞。高等動物爲增進工作之效果計，特組合多數之細胞，而成特種之組織；復組合數種組織而成器官；最後再連絡旨趣相似之器官而成系統。故系統者，實高等動物之最大作用單位也。人類爲高等動物中之領袖，其身體機能之發展，達生物進化之極峯，言其所包含之系統，約有十端：即骨骼系統，肌肉系統，神經系統，感覺系統，循環系統，呼吸系統，營養系統，排泄系統，內分泌系統與生殖系統。每一系統均由數種器官組成。實驗生理學之目的，即在探索各種活着的器官之工作狀況。

任何器官，既均由數種組織組成，故吾人欲知活着的器官之工作情形，必須先了解活着的組織之特性。活着的組織，最主要之特性，莫過於感應性與傳導性（Irritability and conductivity）二者。蓋任何組織均能感受外界之刺激，而起適當之反應；不特如此，組織之局部既感受刺激後，即能傳導之於他處，使其他各部亦起反應。雖各種組織感應刺激之靈敏，容有差異，傳導刺激之速度，亦容有不同，但其必具有此兩種特性，則殊無可懷疑者也。因此，吾人爲便利各系統生理之研究起見，特在此開端一章，先將生理學上所常用之刺激方法，以及記錄反應之方法，預爲闡明如次。

〔I〕 刺激之方法

活着的組織，可因種種刺激，而起適當之活動。生理學上常用之刺激，可因性質之不同，而分爲四類：機械的，溫度的，化學的和電的。茲請申述之於下：

（甲）機械的刺激——刺，夾，擠，割，敲，扯，壓等，均爲機械的刺激。例如以鑷子無意中夾住他人之指，該指必立即縮回，倘以鑷子夾於一條已暴露之神經幹，則可使與此神經相連之肌肉收縮。此乃神經接受刺激後起興奮，而傳導之於肌肉，再引起後者之反應也。

（乙）溫度的刺激——冷或熱亦可引起被刺激之組織，發生反應。例如，以燒紅之鐵絲，輕按手背，該手必立行縮回。倘以之刺激暴露之神經，則其相連之肌肉亦起收縮。反之，以冰塊作刺激，其效果亦然。

(丙) 化學的刺激——多數化學藥品，亦可用為刺激之需。例如以硫酸一滴，置於蛙腿，該腿必即縮回。又如置食鹽數粒於暴露之神經幹上，可使受其支配之肌肉作劇烈之收縮。

(丁) 電的刺激——無論定電流或感應電流，均可使被刺激之組織發生反應。例如以電線二條，線之一端，分別連於電池之正極與負極，而以他端同按舌尖，於是舌尖即起麻木之感。

總觀上述四類刺激之方法，吾人當知前三類均多少有損於被刺激之組織，倘繼續以之刺激組織，則不但效果漸喪，該組織之本身，亦將因之而傷害，以致無可恢復原狀。惟最後一類，電的刺激，倘用得其當，電流之強度不使過度，則組織雖歷經刺激，仍可維持原狀，不致損傷；雖或因刺激過久而起疲勞，但一經休息，即可復原。不特此也，電流之強弱久暫，尚可任意調節，所刺激之部分，可以確定，較之其他三類，實為便利多矣。此誠為刺激方法中之最完善者，故在生理學實驗上，莫不樂用之。今請專述電之來源，及其應用之方法。

〔II〕 電之來源

生理學實驗上所用之電，普通均由電池供給，電池有標準的與實用的兩種。標準電池 (Standard cell) 乃用以供給一定之標準電動勢 (e. m. f.)，以便與他種電動勢比較者，故非通常生理實驗所需要。實用電池乃真正供給需用者，因性質之不同，又可分為兩類：一為原電池 (Primary cell)，一為蓄電池 (Secondary cell or storage battery)。此兩種均為生理學實驗室所常用者，特分別詳述之。

(甲) 原電池——原電池係直接將化學能變為電能者。故一旦池中發生化學能之物質，消耗完畢後，則電能斷絕，而電池之功效，亦即喪失。此時，須更換或增加新物質，方可再生效能。普通應用之原電池有二：其一為丹尼爾式 (Daniell cell)，其二為勒克蘭社式 (Leclanche cell)。前者為雙液電池，以銅板為正極，以鋅板為負極。銅板放於濃硫酸銅溶液 (CuSO_4) 中，而鋅板則放於稀硫酸鋅溶液 (ZnSO_4) 中。後者為單液電池，以氯化銨溶液 (NH_4Cl) 作電解質，以碳板為正極，鋅板為負極。尋常所用之乾電池 (Dry cell)，實係勒克蘭社式之變相。在乾電池中，鋅極製成圓筒，以作電池之貯器；碳桿則放於筒

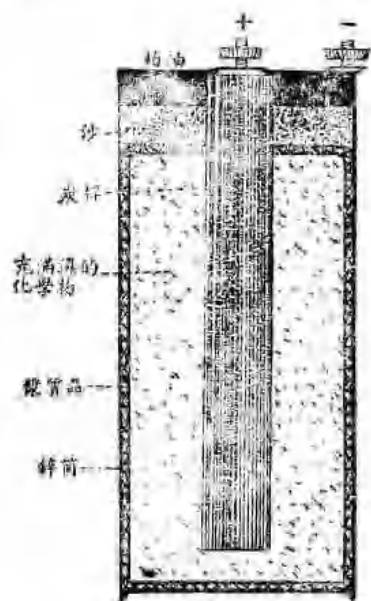


圖 1. 乾電池之直剖面。