

生理學實驗指導

蔡翹 蔡紀靜 編著

人民衛生出版社

生理學實驗指導

25 開 128 頁 274,400 字 定價 16,000 元

編著者 蔡 翹 蔡紀靜
出版者 人民衛生出版社
北京南兵馬司 3 號
發行者 新 華 書 店
印刷者 新 華 印 刷 廠
上海大連路 130 號

(上海版) 1953年4月華東醫務生活社第一版
1953年7月一版二次印刷
5,001—8,000

序

本書的前身係蔡翹與襄合編的《生理學實驗》。原書是1937年編寫的，1939年曾一度加以修訂，並在成都印行。根據我們十多年來的經驗，就是1939年的成都版也早已不適用了，何況目下課程已經縮短，教學目的也已確定，聽、看、做、合一的形象教育又正在各處推行，原來的《生理學實驗》就非完全重編不可。

不過目下各醫學院校的設備仍參差不齊，教員經驗也不一致，要編寫一本可以作為各院校採用的實驗指導，事實還是十分困難，而且目下各種班次很多，生理學課程最長的有280小時，最短的只有120小時，各班的要求又不一律，故各班適用一本課本，事實不但不可能，也是不應該的。其次，目下生理學內容和其編排程序正在改革試驗時期，所以實驗的選擇和次序，各院校也極不一致。由於上述幾種原因，我們這本書的內容自不得不以介紹個人及本單位經驗為主。

過去兩年我們會試用這本書的實習部分作為本校五年制甲組的實習指導，把每一課時排為四小時，講習的時間不作硬性規定，普通講1—2小時，其餘時間則作為實習或示教。這樣共排60個課時，共240小時，其餘40小時作為總結、複習、討論及考試的時間。我們發現，如教員把實驗準備得很好，絕大多數實習是可以在指定時間內完成的。不過各院校情形不一，教員可酌量將其中實驗予以增減或重新編排；如用到時間較短的課程，那就更非擇要來做不可了。

書中對於儀器的構造和實驗的佈置，多用圖案詳細表明，實驗求得的記紋和曲線也一一錄出，目的完全為教員及學員參考之用。至於實驗室的一些設備和實驗的預備方法，在目下師資缺乏和很多新實驗室正在建設時期，我們認為或有用處，故附錄於書後。

本實驗室同人如熊曉蘭溫光楠、張立藩諸同志，或協助檢定方法，或供給記紋，或提供意見，我們甚為感激，願藉此表示謝意。中央衛生部給予聘用抄寫及繪圖人員，對本書的工作也有很多幫助。

蔡翹作於南京

一九五二年十一月

目 錄

第一章 一般介紹	1
實習 1 —— 實驗準備	1
一、注意事項 二、刺激的方法 三、記錄方法 四、薰紙和染紙的方法	
五、麻醉藥及其用法 六、注射及取血方法	
實習 2 —— 細胞和組織的一些活動（示例）	14
一、滲透作用 二、表面張力 三、組織吸收氧氣 四、細胞的運動	
實習 3 —— 人體作用的整體性：運動時的幾種生理變化（示例）	17
第二章 肌肉運動	19
實習 4 —— 肌肉神經的預備法和對各種刺激的反應	20
一、肌肉-神經的預備法 二、肌肉-神經對各種刺激的反應	
實習 5 —— 單收縮和複合收縮的性質	23
一、單收縮的時間關係 二、刺激的總合 三、強直收縮的形成	
實習 6 —— 等張收縮與等長收縮	28
一、負荷對肌肉收縮的影響 二、等長收縮	
實習 7 —— 肌肉收縮時的電變化（示例）	34
一、極化電流 二、損傷電流 三、動作電流	

實習 8 —— 肌肉收縮時的理化改變 (示例)	39
一、肌肉收縮時產生熱能 二、肌肉收縮時放出二氧化碳	
三、肌肉收縮時產生乳酸	
實習 9 —— 人體運動時的通氣率和疲勞的發生	42
一、運動時通氣率的增加 二、疲勞的發生	
實習 10 —— 平滑肌的活動	45
一、與橫紋肌展長性作比較 (示例) 二、自發性收縮 三、對於藥物的反應	
第三章 神經系統生理	49
實習 11 —— 神經生理	49
一、黎李氏纖模型 (示例) 二、神經衝動的兩向傳導 三、神經疲勞	
實習 12 —— 神經生理 (續上)	53
一、神經衝動的速度: 黑爾謀茲氏實驗 二、神經的動作電位 (示例)	
實習 13 —— 神經生理 (續上)	56
一、神經及肌肉的興奮時 (示例) 二、神經枯萎的影響 (示例)	
實習 14 —— 脊髓生理	57
一、脊髓的反射 二、脊神經根的作用 (示例)	
實習 15 —— 脊髓生理 (續上) (示例)	59
一、脊犬的反射 二、脊髓半橫切的影響 三、脊髓背柱毀壞的影響	
實習 16 —— 一般反射的觀察	63
一、對抗肌的更迭支配 二、人體反射的觀察	

實習 17——腦幹生理	65
一、去掉大腦的蛙 二、去大腦僵硬(示例) 三、姿勢反射(示例)	
實習 18——大腦生理(示例)	70
一、去掉大腦的鴿子 二、大腦的電興奮區	
實習 19——條件反射及去小腦動物(示例)	72
一、條件反射 二、去小腦的狗	
實習 20——自主神經(示例)	74
一、外周自主神經作用的示範:瞬膜對交感神經的反應	
二、丘腦自主神經中樞作用的示範:血壓調節中樞	
三、兩自主神經末梢的化學傳遞:盧偉氏實驗	
第四章 感受器生理	79
眼睛生理	79
實習 21——眼睛傳光媒的作用	79
一、角膜和水晶體的營養:眼內壓和水狀液(示例)	
二、網膜倒像的形成(示例) 三、瞳孔反射 四、水晶體的調度作用	
實習 22——眼底和折光力的檢驗	83
一、檢眼鏡用法 二、網膜鏡用法	
實習 23——一般視覺的實驗	86
一、盲點大小的測定 二、視覺的銳敏度 三、視野的鑑定	
四、色盲的測驗 五、雙眼視覺	
實習 24——耳的生理	93
一、人耳鼓膜的檢視 二、聽覺的測驗 三、音的傳遞	

四、鴿子半規管毀壞的影響(示例) 五、前庭的視反射

六、人體平衡和視覺的關係

實習 25——皮膚和內臟感覺……………97

一、觸覺 二、溫度覺 三、痛覺

第五章 血液和淋巴……………100

實習 26——血液的分量……………100

一、血球和血漿的比量 二、血液的總量:染料估計法(示例)

實習 27——血球數目的計算……………103

一、紅血球的計算 二、白血球的計算 三、血小板的計算

四、網狀球的計算

實習 28——紅血球的滲透阻力和血紅素分量……………106

一、紅血球的滲透阻力 二、血紅素分量

實習 29——血液的一般物理特性……………109

一、血液的滯性比 二、血液的比重:硫酸銅試法 三、血液的下沉率
四、血凝時 五、血流時

實習 30——血液凝固的物理變化……………112

1. 普通觀察 2. 中性鹽類對於血凝的影響 3. 鈣與血液凝固

4. 凝血活素的作用 5. 凝血酶的作用 6. 抗凝血酶的作用

實習 31——淋巴和其流動(示例)……………115

一、淋巴的流動 二、淋巴的性質

第六章 心臟生理……………119

實習 32——心肌的活動……………119

一、有規律的收縮 二、全或無反應 三、較長的不應期

四、從不發生疲勞和強直收縮

實習 33——離體的心臟..... 123

- 一、哺乳類心臟的生理解剖 二、活瓣動作的觀察（示例）
三、蛙心搏動時的電位改變（示例）

實習 34——離體灌注的心臟..... 126

- 一、斯戴伯氏的蛙心灌注法 二、蘭根朵夫氏的兔心灌注法（示例）

實習 35——心的輸出量：施他林氏心肺製備（示例）..... 131

1. 動脈阻力的影響 2. 靜脈輸入量的影響 3. 溫度的影響

實習 36——哺乳類心臟的神經支配和其他..... 134

1. 迷走神經割斷的影響 2. 刺激迷走神經的影響 3. 交感神經的影響
4. 機械動作的影響 5. 出血的影響 6. 血液過多的影響
7. 腎上腺素的影響 8. 窒息的影響 9. 心臟的纖維性收縮

實習 37——人體心臟的診察和效率..... 139

- 一、胸部檢驗 二、心電圖（示例） 三、心的效率

第七章 血管生理..... 143

實習 38——血液循環的一般觀察..... 143

- 一、循環模型 二、蛙血管的灌注 三、蛙的外周血液循環

實習 39——哺乳動物的血壓..... 149

1. 動脈血壓 2. 地心吸力的影響 3. 迷走神經的影響
4. 腎上腺素的影響 5. 出血和血液過多的影響 6. 機械壓力的影響

實習 40——血管舒縮的神經控制（示例）..... 151

- 一、減壓神經 二、交感神經的縮血管作用：班納氏實驗
三、頸動脈竇的作用 四、內臟神經的縮血管作用 五、加壓和減壓神經

六、延腦的加壓及減壓中樞 七、脊髓的縮血管中樞

實習 41——血管的反應（示例）…………… 159

一、對於機械刺激的反應 二、對於化學物質的反應

實習 42——人體動脈壓和血流率…………… 162

一、動脈壓的檢驗 二、血流的測量

實習 43——脈搏和毛細管的反應…………… 165

一、動脈搏 二、靜脈 三、皮膚小血管

第八章 呼吸生理…………… 171

實習 44——人體的呼吸運動和肺部通氣…………… 171

一、人體胸部的檢驗 二、肺活量 三、呼吸運動
四、肋骨和膈膜運動的觀察 五、膈膜動作的模型 六、人工呼吸

實習 45——哺乳類的呼吸動作…………… 177

1. 正常呼吸運動的機械 2. 膈膜的動作 3. 胸內壓
4. 刺激高喉神經 5. 迷走神經的作用 6. 二氧化碳的影響
7. 乏氧的影響 8. 窒息 9. 肺的浮游試驗

實習 46——呼吸中樞的定位（示例）…………… 180

實習 47——呼吸氣體的分析（示例）…………… 181

一、儀器的構造和使用 二、呼吸氣和肺泡氣的分析

實習 48——低壓及鬆壓的影響…………… 186

一、低壓的影響 二、鬆壓的影響

第九章 消化和吸收…………… 189

實習 49——消化管運動（示例）…………… 189

一、吞嚥的神經作用	二、胃腸運動	
實習 50——唾液的分泌 (示例)		193
1. 酸味的反射刺激	2. 刺激舌神經的向中端	3. 刺激鼓索的離中端
4. 鼓索興奮與血管舒張的關係	5. 唾液導管內壓力與動脈壓的比較	
6. 注射匹羅卡品	7. 注射阿託品後再看匹羅卡品和刺激鼓索的影響	
8. 阿託品並不麻痺供給血管的神經末梢		
實習 51——胃液的分泌 (示例)		196
一、胃瘻管和食道切斷術	二、海登奧氏袋	三、巴甫洛夫氏袋
實習 52——胰液和膽汁的分泌 (示例)		200
實習 53——食物的吸收		202
一、水的吸收	二、小腸吸收與滲透壓的關係	三、葡萄糖的吸收
第十章 新陳代謝		204
實習 54——能力消耗的測量 (示例)		204
一、一定時間內能力消耗的總量	二、基礎代謝的測量	
實習 55——體溫的調節		207
一、體溫的發生	二、體熱的消失	
第十一章 排泄生理		210
實習 56——活體腎小球的觀察和尿的分泌 (示例)		210
實習 57——膀胱收縮和汗腺反應 (示例)		212
一、膀胱的神經供給	二、汗腺分泌的神經作用	
第十二章 內分泌		216
實習 58-60——一些內分泌作用 (示例)		216
一、副甲狀腺的割除與痙攣的關係	二、甲狀腺割除的影響	

- 三、胰腺的割除與糖尿的關係
 四、胰島素低血糖搐搦
 五、腎上腺皮層與生命的維持
 六、去垂體的影響：實驗尿崩病
 七、懷孕試驗

附 錄

附錄一	國際度量衡名稱對照表	221
附錄二	生理鹽溶液表	222
附錄三	幾種常用物品及藥品的預備法	222
	一、水銀洗滌法 二、石灰鈉製法 三、骨蠟及膠蠟的製備 四、達金氏溶液 五、硼酸油膏 六、鹼性沒食子焦酸 七、腎上腺素溶液 八、胰島素、垂體素、副甲狀腺素等生物製品 九、揮發性和嗜水性藥品 十、顯微刺針及電極的製備法	
附錄四	蓄電池的充電和保養法	225
附錄五	實驗教室的用具	226
附錄六	動物室設備和動物飼養	229
	一、蛙池 二、狗籠、狗廄及飼料 三、貓、兔籠及飼料	
附錄七	捕狗，抓狗及綁狗方法	231
附錄八	消毒手術	232
	一、取血的消毒手術 二、外科消毒手術	
附錄九	鍍銀方法	234
	一、金屬品電鍍銀 二、銀-氯化銀-極化電極的製法 三、銀面玻璃鏡的製法	
附錄十	簡單的吹玻璃裝置及用法	235
附錄十一	教學儀器和用具表	236
	一、外科用具 二、實驗儀器 三、玻璃和陶瓷用具 四、零件	
附錄十二	生理學實習用的化學藥品	241

第一章 一般介紹

實習 1——實驗準備

一 注意事項

甲 關於動物

1. 本書所述各實驗大多數是用活着的蛙或蟾蜍^①、兔、貓、犬來做材料，大多數的實驗又必須犧牲動物的生命。動物既為科學而犧牲，我們就必須以求得科學的知識為目標，萬不可粗枝大葉，隨便把它殺死。

2. 在實驗前後，應該好好看待動物，對它們身體的健康應當特別留心保護，不要讓它們受冷受餓，尤其是施過手術的動物，必須保持溫暖，並應給以富於營養的流質或固體食物，傷口尤宜保持乾淨無菌。

3. 實習時應盡量減輕動物的疾苦；除了特殊情形以外，必須先用麻醉藥，使動物完全失去知覺後，才能動手開刀。如果有些實驗不能用麻醉劑，那就必須很快地讓動物在最短時間內失去知覺，如用錘猛擊腦後（適用於兔子及貓）、或用針毀壞腦脊髓（適用於蛙及蟾蜍），然後再開始做實驗。

4. 在實驗之前，應該把要用的儀器全部預備好，然後才開始做手術。這樣既可使動物受麻醉的時間縮短，也不會在做實驗時倉皇失措，以致發生事故，浪費時間。

5. 做哺乳動物實驗時，應特別留意保持動物及局部組織與內臟的正常體溫；凡是露出在空氣中的組織或器官，應該用浸過 38°C 生理鹽水的棉花或紗布將它蓋上，免得組織或器官變乾和溫度下降。哺乳動物在麻醉時，或者是割去大腦以後，常常有體溫下降的趨勢，特別是冬季室內溫度太低時體溫下降

^①蟾蜍皮膚有一種液腺，其分泌物含有能影響神經和肌肉作用的毒素，故用它的神經和肌肉來做實驗時，最好先將皮膚剝去，並勿使其與器具及手接觸；如已接觸了，最好洗滌乾淨，以免膺被實驗的神經和肌肉受污染而損害。

尤多，我們應該設法在體外加溫（如利用熱水袋或烘熱的金屬板），使它溫暖。

6. 如果動物流血，應該快快用止血鉗夾住，再用絲線紮緊，然後才取開止血鉗。剪骨時如逢出血，應用骨蠟塗塞制止。骨蠟的製備見附錄三。

7. 找尋動物的某一定組織或器官時，千萬不要剝刮組織，以致傷害過甚而降低其血壓。神經和血管切不可用鑷子夾出，致使神經受傷、血管內血液凝固。前者可使神經失去感應，後者有礙血液循環，因而縮短有關器官甚至整個動物的壽命。

8. 每次做實驗，每組限定用蛙或蟾蜍一隻或兩隻，或者哺乳動物一頭，非得指導員許可，不得多用，以節省物力。

9. 用過的動物應將它處死。最簡單而經濟的方法是用注射器由靜脈打進大量空氣。死去的動物應丟到鉛桶或缸鉢去，以便管理員取出埋葬或燒焚。

乙 關於儀器

1. 每4—6人的大組應備有下列一套外科用具：

一、全金屬解剖刀，中號小號各一把。

二、剪刀，中號（圓頭）小號（尖頭）各一把。

三、鑷子，中號（圓頭）小號（尖頭）各一把。

四、探針（鈍頭）二隻。

五、止血鉗，尖鈍兩種各四把。

六、動脈夾，小號三把。

2. 學校所供給的儀器及用具，應該特別愛護，好好使用，不要浪費公物，損壞人民財產。

3. 實驗時一切的佈置，應盡力做到整齊而有條理。這不但可以便利工作，增加效率，還可減少儀器損壞的機會。

4. 如遇儀器使用不靈，或稍有損壞，應立刻報告指導員，以便更換，或加以修理。

5. 實驗既已分組，各組應專用本組儀器；如有短缺，應立刻報告指導員，以便設法補充，決不可彼此借用，擾亂實驗室的秩序，並增加儀器損壞的機會。

6. 每次實驗做完了，各組應立刻把臨時借用的儀器洗擦乾淨，數點清楚，歸還原處，不可零亂。

7. 用完電動機、電燈、自來水後，應隨手將開關關閉，以免浪費。用油燈煎煙後，務須將燈吹滅。

8. 實驗時應保持地板和桌面清潔，廢物應丟到缸鉢內去，不宜丟在地

面。實驗做完後，須把儀器檢好，放回櫃子，並將桌面揩擦乾淨，才可離開。

丙 關於工作分配

1. 凡是做兩棲動物和人的實驗，都是兩人為一組，這就作為基層的學習小組。每二或三個小組合成為一大組。做哺乳動物實驗時，以一大組為一單位。分組可由同學自己湊集安排，在學期開始時報告指導員，以便按組發給儀器。

2. 以二人為一小組的實驗，因為每組人數較少，實驗時的合作尚不致發生問題；但是以四或六人為一組的哺乳動物實驗，在實驗時的合作程度與實驗的成功就有很大的關係。因此每次做實驗，應該分工；選一人擔任手術，一人當助手，一人管麻醉，一人管儀器，其他做雜務。做手術的人是當時該組的組長，其餘同伴應該聽他的指揮。每次工作必須輪流擔任，以便同組各人都有學習各項事務的機會。例如組內共有五人，這次擔任做手術的，下次管儀器，再下次管麻醉，再後當助手，最後任雜務；這次擔任雜務的，下次就擔任做手術，如此類推，不要紊亂顛倒。

丁 關於儀器的清點

1. 在實習開始的第一天，全班學員分組後，每組即可向儲藏室管理員領用一套儀器，存放在指定的桌櫃中。臨時需用的儀器則臨時領取，並須當天歸還，以供別班應用。

2. 領出的儀器，學員必須留心使用，不可損壞。如有損壞，就是人民財產的損失，必須檢討或賠償，以免再犯。

3. 功課完畢後，按照規定日期及時間，把儀器如數點還實驗室，不得遲延。

戊 關於實驗記錄及討論

1. 每次實驗開始前，學員必須徹底明白實驗的目的和意義。假如結果與預料的不相符合，應該老老實實地記錄在筆記簿上，以便研究發生這種差異的原因。

2. 如有弧紋記錄，應註釋清楚，使一見就知道所寫的是甚麼，同時也要把自己的姓名、實驗的日期和實驗題目一一寫上去。每組必須有記錄一份。最後剪出清晰、整齊，大小適宜的一段，粘在指導書上。

3. 每次實驗做完後，應隨時把所得的結果記在指導書中。實驗做完後，小組各組員應即討論當日的結果。每星期或在每次告一小段落後，每一大組應集合起來研討各小組的優缺點，以便交流經驗，並應結合聽講內容，做好總結。

二 刺激的方法

活着的組織可因各種刺激而起適當的反應。生理學上常用的刺激為電刺激和化學刺激。

甲 化學刺激

有時施用於局部或離體組織，有時則注射到體內去，使其循環全身。內臟對化學刺激比較靈敏，故應用比較多。

乙 電刺激

用來刺激組織的電源，電壓很小，普通 2—4 伏特就夠了。這樣低壓的電流可直接取自乾電池或蓄電池（亦名濕電池）。由電池直接連出來的電流叫做定電流。由電池連至感應圈的原線圈而由副線圈連出的電流名為感應電流。學生實習最常用的就是這兩種電流。

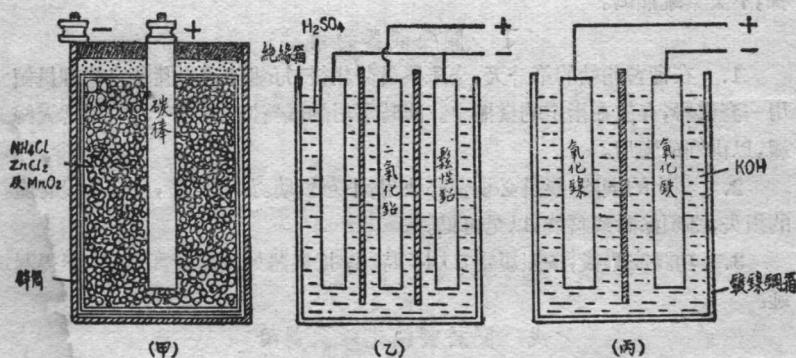


圖 1 三種電池

(甲)乾電池；(乙)鉛蓄電池；(丙)愛迪生氏蓄電池。

1. 電路——當用線路連接一乾電池的兩極後，電流從電池的一極通過電線而流到其他一極。在電池外邊，電流的方向是從中間的碳極（+ 極）流到四週的鋅極（- 極），在電池內部則是從鋅極流向碳極，如此電流成環形，週流不停，直到池內化學能量用完為止。

如用一片以生理鹽水浸濕過的酚酞試紙①去碰與乾電池相連接的兩金屬

① 將普通濾紙剪成一條一條，蘸入酚酞 (Phenolphthalein) 標示劑溶液後取出，涼乾後以備應用。

線，在碳極的一端，試紙不變色，表示碳棒是正極，其他一端使紙變紅，是負極。

2. 電極——將電動勢應用到活着的組織時，一定要用電極。電極有兩類。

一、簡單電極 這類電極可用銀絲或其他金屬製成各種式樣，不過用幾次後就要起極化作用。極化作用的形成，以後有實驗證明，現在暫不談它。

二、乏極化電極 當我們試驗組織的電位改變時，必須用不起極化的電極。通常所用的乏極化電極是用一對下端稍尖的小玻璃管，將一小束筆毛或棉花插入管內，再用筋膠或白陶土與生理鹽水混合而成的漿糊，裝滿管的下半段，然後用飽和硫酸鋅與筋膠的混合液裝入管的上半段，並用汞齊化的細鋅條一根插入液內。如果用任氏液（見附錄2）裝滿管的上半段，用電解法鍍過氯化銀的銀絲代替鋅條，亦是可以的，氯化銀的銀絲製備法見附錄九。

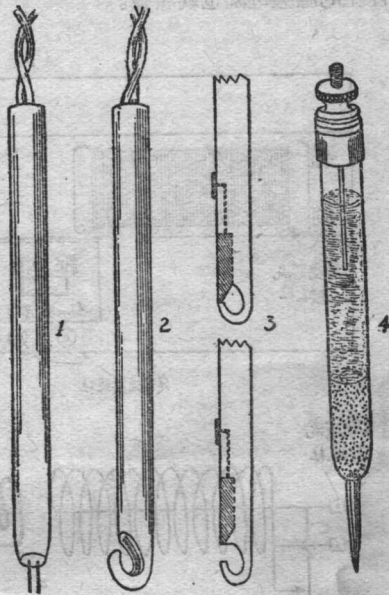


圖2 電極

1. 直露電極； 2. 鉤式電極；
3. 包護電極，上圖表示鋅閉時情形；
4. 乏極化電極。

3. 定電流——電流從電池兩極出來，直接刺激組織。普通為便利刺激起見，常在電路中間裝一電鍵和一電阻，後者用來節制電流的強弱。當電鍵關閉時，電路就完成。在電流剛通過及剛被截斷的時候，組織都被刺激而起反應，但當電流繼續不斷通過而強度

不變時，那就見不到刺激的效應了。這是因為刺激組織的是電力線的改變；當電流初通過與剛截斷時，電力線的改變很快，所以有刺激的功效，但當電流不斷通過，電力線並沒有改變，則不發生效用。

4. 感應電流——這種電流是從感應圈出來的。感應圈是由兩個線圈組成，一個線圈連接至電池上，另外一個套在外面，不相連繫。前者叫做原線圈，後者叫做副線圈。當電流通過原線圈時，這圈就發生磁力線。普通在原線圈裏還有一個鐵心，由很多軟鐵絲製成，用來增加磁力線的數量，並於通電時發生

磁力，以便斷續原電流之用。磁力線產生後就穿過附近的副線圈。當這兩個線圈作相對的移動，或是原電路剛被接通或截斷的時候，那通過副線圈的磁力線就起變化。當磁力線起改變時，副線圈的電路中就有電流通過。像這樣所產生的電流就叫做感應電流。磁力線的改變愈快，被感應的電流也愈大。另外，若副線圈的線圈數愈多，或者是副線圈愈靠攏原線圈，並與原線圈平行，那麼它所產生的感應電流也就愈強。

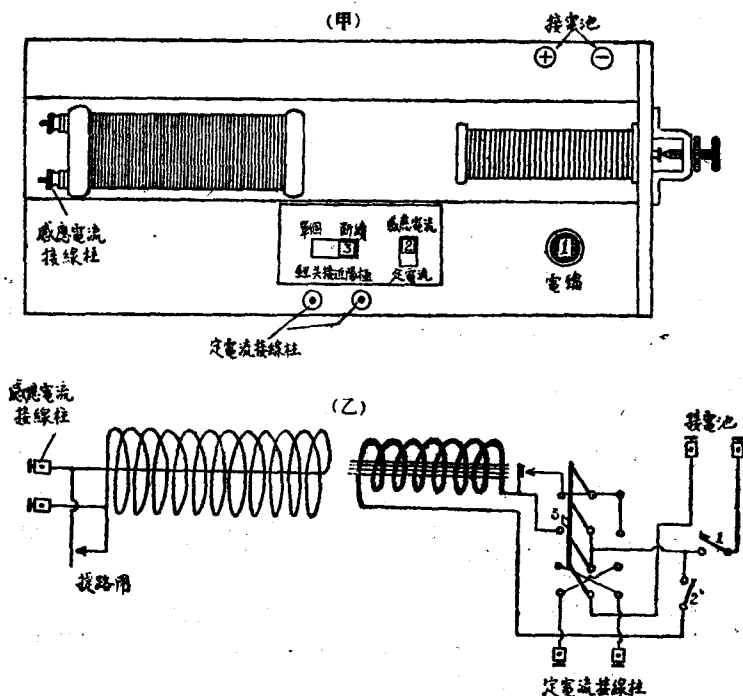


圖3 感 應 圈

(甲)儀器平面；(乙)線路圖。應用時先接上電池，將配電開關(2)及(3)指向所需電流的記號，按動電鍵(1)，便可得到所需電流。又將電鍵(1)按下後一轉，即可以將其鎖住。

為避免改接電線的麻煩，本實驗室設計一些電鍵，裝置到感應圈去，祇須推動適當的電鈕，便可隨意得到定電流或感應電流；定電流的方向可由換向電鍵來改變。此項儀器的構造和線路，可由圖3來說明。