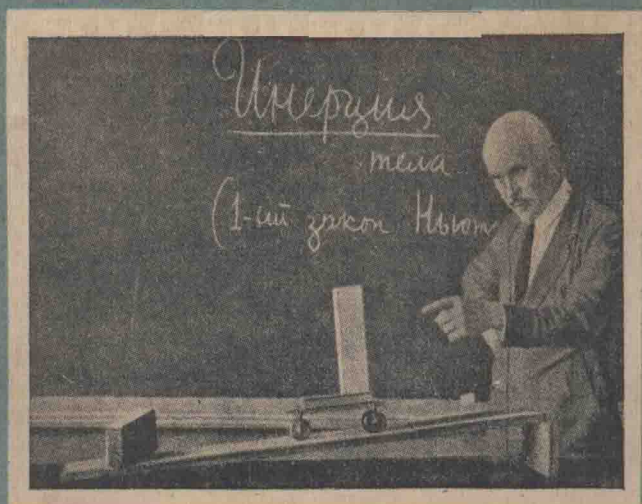


果 梁 赤 金 著

蘇聯七年制學校物理教學法

物理實驗方法 和實驗技術

第 一 分 冊



人 民 教 育 出 版 社

蘇聯七年制學校物理教學法

物理實驗方法和 實驗技術

第一分冊

果梁赤金 著

喬汝棋 譯

人民教育出版社

這本物理實驗方法和實驗技術，共分三篇。第一分冊是它的第一篇。

第一篇有三章。第一章的內容是七年制學校物理實驗方法和實驗技術概論。在這章裏所講的是實驗的分類、各類實驗的要求以及實驗應注意的事項如整潔、安全等。第二章的內容是物理研究室的設備。在這章裏，就房舍的大小和內部設備如實驗桌、工作台、儀器櫥怎樣佈置，以及怎樣裝置水源、電源、光源等都有較詳細的說明。第三章的內容是物理儀器。這一章是第一篇的重點，所以講的特別詳盡。在這章裏，從學生實驗用儀器到演示實驗用儀器，從幻燈到儀器模型，從電源種類到熱源種類，以及量度儀器保管等都有詳細的敘述。

這本書不但可以供普通中學和師範學校的物理教師參考，也可以供師範專科學校的物理教師參考。

*
Е. Н. ГОРЯЧКИН
**МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ
ФИЗИКИ
В СЕМИЛЕТНЕЙ ШКОЛЕ
МЕТОДИКА И ТЕХНИКА
ФИЗИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА**
УЧПЕДГИЗ * 1948

本書根據俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育部教育出版社
一九四八年莫斯科俄文版譯出

*
蘇聯七年制學校 物理實驗方法和實驗技術
物理教學法 (第一分冊)

蘇聯·果梁赤金著

喬汝棋譯

北京市書刊出版業營業許可證出字第2號

人民教育出版社出版

北京修儀閣路十號

新華書店發行 新華印刷廠印刷

書號：參0174 字數：113千 定價：7,200元

開本：850×1163 1/32 印張：4張

1954年10月第一版

1955年1月第一次印刷

1—12,000冊

本物理教學法指南爲紀念蘇維埃建校三十週年而作

1947年於莫斯科

著者序言

本書整個教材是一部成套的七年制普通學校物理教學法指南，著者在培養物理教師和大學任教的二十五年工作經驗基礎上，爲迎接蘇維埃建校三十週年而編著了這一套書。編著此書的目的是爲了把蘇聯學校物理教學中所必需的各種知識和熟練技巧全部介紹給教師和未來的教師（師範學院和師範專科學校的學生）。

這部書共分四卷：

第一卷。物理教學法的基本問題。物理教學方法。七年制學校物理教學大綱分章教學法指示。

第二卷。物理研究室的設備。物理實驗（演示和實驗室作業）方法和實驗技術。

第三卷。（跟 C. H. 熱爾科夫合著）實驗室技術裝備。教師的手工技能。簡單儀器及其製造方法。

第四卷。物理課教學製圖法，製圖技術。七年制學校物理教學大綱分章插圖簡述。

第二卷包含三篇。第一篇講關於學校物理研究室的設備問題。在這一篇的第一章裏曾談到一些實驗方法和實驗技術方面的特殊問題，這些問題可以作爲第一卷第 7, 14 和 15 等節的補充材料，這些內容對於如何正確地使用本教材是不可缺少的材料。第二篇研究關於

中等學校演示實驗的方法和技術問題，第三篇專講實驗室作業。

既然第二卷不僅是專供七年制中等學校教師當課本使用，而且它也是師範專科學校物理教學法教師所採用的課本，那麼我們就在這裏先講一點有關物理實驗方法和實驗技術實際執行的一些說明。

1) 由於各師範專科學校的設備多少不同，因此本書所介紹的實驗數目特別多，超過了大學生實習中所要做的數量。實際上，也只有在這種條件下教師才有可能針對着現有的設備選擇適當的實驗——選擇其中有用的、能做得到的以及大學生必須做的實驗。

2) 對於實驗方法和實驗技術的學習，我們不能只限於掌握那些僅僅在七年制學校教學中直接有用的演示實驗和實驗室實驗。教師的知識及其在實驗上的熟練技巧應當是比較深刻的和多樣的。我們知道一個只讀過中等學校物理學的人，他就不能講物理這門課程，同樣的道理，一個只能做課堂演示實驗的人，他也決不可能把實驗做得很好。特別是關於基本物理儀器：如幻燈、抽氣機、氣壓計、電學的和其他種類的量度儀器、蓄電池等等的知識和熟練技巧更需要充實。因此著者花了很大的功夫來充分說明這些儀器的使用方法。

3) 由於進行衛國戰爭的影響，許多圖書館的存書裏缺少實驗方法和實驗技術方面的書籍，因而著者在許多問題上設法引用其他書籍上的材料，爲了使大學生和教師們不讀其他參考材料就會使用這些儀器起見，著者對於大多數儀器的敘述是格外詳細的。

4) 爲了讓教師掌握牢固正確的使用儀器的知識和熟練技巧，著者在各種量度儀器及其他儀器的使用規則裏，對於措詞和重點的處理特別慎重。

5) 本教材內採納了不少電工學上的材料，如乾燥整流器，汞弧整流器，電燈泡等等，這種做法是因爲在其他書籍裏很難找到關於這些東西的簡單明瞭的說明材料。

二十五年來，根據著者在高等師範教育機關和教師進修班裏任

教的經驗證明，凡是剛從師範教育機關大門走出來的青年物理教師，對於學校實際業務的掌握差得很遠，特別是他們還沒有能夠掌握實驗方法和實驗技術方面的必要的知識以及起碼的手工技能。這些知識和熟練技巧是每一個物理教師十分需要的。戰後時期，由於種種條件的限制，新教師所處的環境要比平常困難得多。在物力和其他方面的條件上極端受限制的情形下，物理教師在某些場合下還要組織從‘平地’上創辦物理研究室的工作。這麼一來首先加重了師範專科學校物理教師的任務，要求他必須切實地而不是字面上地完成教學大綱的規定。

追究到大學生實習成績不良的原因時，往往認為是由於這門課程的教學計劃所分配的鐘點不夠。然而這不是主要的因素，因為如果我們能很好地把這些鐘點利用起來的話，大學生的學習質量一定會比現在高得多。

培養教師的過程中還存在着很多缺點，第一：是物理教學法的各項工作缺乏統一的制度和統一的計劃，結果不是把這門功課弄得過分理論化，就是把實驗實習課或教師實習給孤立起來。可惜，由於本書篇幅的限制，這裏不可能再騰出一部分地方來專給擔任教學法課程的教師簡短地寫一些有關師範專科學校物理教學法教學組織問題的材料，關於這一點著者準備在另一本書裏討論。

第二個嚴重的情形是缺乏專為研究實驗方法和實驗技術而設立的實驗室，這就是說缺少了一個進行物理教學法各種課業的場所。同時，我們知道：一個中等學校裏如果不設立物理研究室，物理課是沒有辦法進行的。和這種情形完全相同，如果沒有適當的實驗室設備，物理教學法課程和教師實習也同樣是不能進行的，尤其是實驗方法和實驗技術的實習，缺乏了這種設備更是不可想像的。設立實驗室是一個長期而繁重的工作。關於這一點無論是哪一位負責人，即令是讓他按照本書上的材料佈置工作，也會立刻體會出這層。

影響大學生實習質量最差的第三個原因，是實驗方法和實驗技術的實習本身在某些場合下佈置得不够正確。我們要永遠明確地認識這種實習的獨特目的，它是跟普通物理學的實習完全不同的。如果說普通的實習作業是以複製某種物理現象讓大學生觀看或者讓他們掌握量度物理量的方法為目的，那麼實驗方法和實驗技術的實習目的就跟這完全不同。組織教學法實習的目的完全不是為了讓大學生個人再看一次物理現象（這種現象大學生已不止看過一次，說不定在中等學校讀書時期、在聽實驗物理課的教室裏、在進行物理實習中自己還做過呢）。實習的目的是要學會這樣的複製物理現象，使它合乎中等學校教學法的要求並把物理課的全部教學過程建築在做為主要基礎的實驗上面。

由此可見，如果大學生在物理實習中作實驗的目的是純粹為了自己，那麼在教學法課程裏他却要研究如何能把任何物理現象複製出來給別人看，也就是給中等學校的學生看，同時還要完全符合中等學校物理教學的一般的和特殊的目的。

著者在本書中所佈置的實習工作，根據個人多年的工作經驗認為是最合理的。根據預先研究過的編輯計劃，這本書是一種課本的性質，它是物理教學法課程內專門講述中等學校物理課實驗裝備的一個部分。為了這個目的，著者除了敘述各種實驗作業，曾以極大的注意力編寫了學校現行教學大綱中各章節的實驗摘要，讓大學生對整個實驗部分產生一個比較圓滿的觀念，便於他們將來在學校中展開工作。著者的另外一個目的是要大學生在根據本指南進行工作的過程中，在各式各樣的實驗方法互相對照的基礎上，對實驗教學法問題抱着一種批判的態度。著者在敘述學生實驗室作業的組織問題上也是相當認真的；本書的第三篇專講這個問題。

本書第二卷裏有許多地方可以供大學生和物理教師參考用，這卷的特點是引證多，不但引證了本卷的內容而且也引證了這套書的

其他各卷裏的許多材料。讀者如果想利用習慣的查書方法，就必須注意全書的結構。

每一卷內除了‘篇’，還分成‘章’，章下分‘節’，一節內又包含若干個段，段的號數和標題是用黑體字排印出來的。

一個段裏通常又包括幾條；各條的標題用仿宋體排印，號數的後面加有半括弧。

每卷內各節的號數是連續的，因此引證裏指的是卷數（羅馬數字）節數（黑體字）和段數，例如卷 I, §5, 2, 至於是第幾條內的，一般在引證裏不加標明。

如果引證的是本卷（第二卷）範圍內的，那麼就不註卷數。當幾個引證都屬於本節的時候，節的號數略去，只註‘見第三段’或‘見第五段’，當引證第三卷裏的材料時有時也只提出卷的號數。

本書內採用的字母符號如下：

l —長度	A—安培
d —直徑	V—伏特
D —密度，比重	W—瓦特
I —電流強度	kw—千瓦
U —電壓，電動勢	Ω —歐姆
R —電阻	

本書寫成後經過 C. H. 熱爾科夫校閱，在改正個別缺點和某些含糊的地方上給著者提出了許多寶貴的意見，而且最後還參加了編寫關於學生在物理量度中的錯誤各節課文的工作，並為本書作了介紹。

著者在編寫本卷的時候，特別注意到書內的插圖，要求每一幅插圖都能符合我國現在的和以前的工業出產的儀器。因此，本卷內所收集的插圖絕大部分都保持了原來的樣式。全部插圖是 M. B. 沙瑪里諾，C. B. 菲里波維赤和 A. H. 色邱克諸位畫家從實物上畫下來

的。A. E. 克留恰列夫在攝製儀器和裝置的照片方面給了很大的幫助。

在這裏謹向中等學校物理教師和物理教學法的教師們提出一點請求：請把你們發現的缺點記下來寫信告訴我們，寄交的地址是：莫斯科，洛布科夫斯基胡同第五號教育科學院教學法研究所 E. H. 果梁赤金。

1947 年 莫斯科

E. H. 果梁赤金

目 錄

著者序言

第一篇 七年制學校物理研究室

第一章 七年制學校物理實驗方法和 實驗技術概論

§1. 學校物理實驗的分類.....	1
§2. 物理實驗方法和實驗技術的關係.....	3
§3. 演示實驗.....	5
§4. 實驗室的整潔.....	13
§5. 安全設備.....	15

第二章 物理研究室的設備

§6. 房舍和木器.....	18
1. 物理研究室的組成。 2. 研究室的佈置。 3. 保管儀器和材料的立櫃。 4. 桌子。 5. 演示位置的設備。 6. 演示桌。 7. 黑板。 8. 幕。 9. 幻燈桌。	
§7. 物理研究室和實驗室的特種設備.....	27
1. 特種設備的種類。 2. 自來水和下水道。 3. 煤氣導管。 4. 遮蔽光線的設備。 5. 照明。 6. 供電設備。 7. 實驗預備室裏的輸電裝置。 8. 實驗室裏的配電盤。 9. 蓄電池充電用的配電盤。	
§8. 修配間.....	42
1. 修配間的功用。 2. 工作地點的組織。	
§9. 圖書室.....	45

第三章 物理儀器

§10. 物理儀器的分類	46
§11. 保證演示的可見度	47

1. 檢驗演示的可見度。	2. 演示儀器的特點。	3. 提高儀器的演示性。	4. 液體的着色。	5. 烟的使用。	6. 演示時儀器的佈置。	7. 背景的作用。	8. 照明。							
§12. 輔助儀器								56						
1. 輔助儀器的用途和種類。	2. 三腳架和實驗室支架。	3. 木框。	4. 支座。	5. 昇降工作台。	6. 直角示範板。	7. 背景屏。	8. 施照體。	9. 傾斜鏡。	10. 生烟器。					
§13. 映畫器								64						
1. 映畫器的用途。	2. 映畫器的種類。	3. 透射映畫器。	4. 反射映畫器。	5. 帶光具座的映畫器。	6. 映畫器的光源。	7. 弧光燈。	8. 燈泡。	9. 300 瓦特的電影機燈泡。	10. 兩射映畫器用的 500 瓦特燈泡。	11. 12 伏特電影機燈泡。	12. 映畫器裏燈泡的連接法。	13. 光線的校整。	14. 電石(乙炔)燈。	15. 映畫器的維護。
§14. 機器模型								83						
1. 模型的功用和種類。	2. 蒸汽機和配氣機構。	3. 內燃機。	4. 水輪機。	5. 抽水機。	6. 其它模型。									
§15. 量度儀器								94						
1. 量度儀器的種類。	2. 藥房天平。	3. 上皿天平。	4. 演示用的天平。	5. 工業用天平。	6. 大小砝碼。	7. 測力計。	8. 溫度計。	9. 電學量度儀器的種類。	10. 電學儀器上的符號。	11. 伏特計和安培計。	12. 演示用普用電流計。			
§16. 實驗室作業用的儀器								109						
1. 實驗作業儀器目錄。	2. 實驗室儀器的保管和巡迴儀器													
§17. 電源								112						
1. 電源的種類。	2. 酸蓄電池和鹼蓄電池。	3. 酸蓄電池和鹼蓄電池的比較。	4. 學校用的蓄電池和它的安裝。	5. 伽伐尼電池的種類。	6. 重鉻酸電池。	7. 勒克朗謝電池。	8. 鉛整流器。	9. 氧化銅整流器。	10. 使三相交流變成直流的換流器。					
§18. 加熱器								125						
1. 熱源的種類。	2. 煤氣燈。	3. 煤油加熱器。	4. 酒精加熱器。	5. 電熱器。	6. 火盆。									
§19. 儀器的保管								132						
1. 儀器在儀器櫥裏的放置。	2. 儀器的登記。													

第一篇 七年制學校物理研究室

第一章 七年制學校物理演示

實驗方法和實驗技術概論

§1 學校物理實驗的分類

‘學校物理實驗’一辭的涵義，我們規定把它理解為包括了物理學上一切實驗性質的工作，凡是歸教師和學生做的不論是教室課程內的實驗也好、課外的實驗作業也好，概不例外。學校物理實驗可以分爲三個主要的而又各不相同的類別：

1. 演示實驗；
2. 實驗室實驗或實驗作業；
3. 課外作業，如學生在課外給教師爲進行課堂演示實驗所做的一些準備工作，小組的實驗和準備，製造儀器和技術模型等。

所有這幾種作業形式，都是爲着一個統一的目的，就是說爲了研究物理規律及其在日常生活和技術領域裏的應用，同時也是爲了找出這些規律在自然界裏的表現。這種研究工作，除去一般的文化教育意義，在一定程度上還能使學生的思維過程得到發展，並且除此以外，學生還能獲得許多最重要的工藝方面的熟練技巧（第一卷 §5 和 §10, 4）。

上述學校實驗的種類，在性質上彼此間存在着極大的差異，因此除去一般共同的目的，每種作業形式還有其獨具的目的。

演示實驗的直接目的是把任何一種物理現象重新複製一遍，而同時也就把產生這種現象的方法告訴了學生。演示實驗的作用和意義在第一卷 (§7, 1—2; §12, 4—8 和 §15) 內已經有過說明，並且對於

某些具體情況在教學大綱附件教學法指示裏作了解釋。課堂演示的特點是教師在一邊實驗而學生只能在一邊觀看，因此學生處的地位是消極的，這意思就是說學生既不參加實驗的準備工作，更不參加實際的實驗。學生在演示中對現象的感觸主要是通過一個器官，具體地講就是靠視覺和很少一點聽覺（聲學）；所有其餘的感官（如肌肉感覺，觸覺，熱的感覺等）跟這種感觸不發生關係，雖然在某種場合下正是這些感覺對於一種概念的形成有其決定性的作用。顯然，學生參觀演示是得不到任何熟練技巧的。因此，演示實驗只能算是物理教學中的一個有效方法，它不能單獨地解決教學中所有的問題。

在進行實驗室作業的時候，學生是直接的或積極的參加者，全部實驗過程從開始到結束，學生一直在那裏工作着，就是說在一定的範圍內學生親自動手準備實驗或準備量度，並且還單獨地在那裏做實驗。實驗室作業中的感觸是以更多和更全面的‘感性’印象為基礎，因而這種感觸比起看別人的演示所獲得的那種感觸更要深刻、更要全面。因此，正像學校實踐所充分證明了的那樣，在形成某種特別是複雜概念的過程中，實驗室作業起着決定性的作用（第一卷 §8, 2, 及 §26, 1 和 2）。此外，由於學生參加實驗室作業的結果，不僅能把‘智慧’提高，而且還可使‘兩隻手’得到發達，在使用儀器複製物理現象和量度各種物理量上能獲得一定的熟練技巧。但是由於許多別的原因以及爲了節省時間起見，學生在實驗室作業中只好使用教師事先給他們預備好了的現成的儀器，而且實驗室作業是要按照已定的計劃來進行。這樣看來，學生在普通的實驗室作業裏是極受限制的，不能表現、尤其不能發揮他們的積極性和創造能力。小組實驗就和課堂式的實驗室作業有所不同，在小組裏不管是設計儀器、製造儀器以及爲課堂演示作準備或是製造技術模型等，每件工作不但能使學生獲得有用的知識、養成技術上的熟練技巧，而且更主要地是能滿足一種特殊的要求，那就是使學生能充分地發揮積極性和創造能力。所

有這三種不同的作業形式在教學當中也各有其不同的方法和技術。

本卷要研究的內容主要是關於演示實驗和實驗室作業方面的問題。關於小組實驗的方法和技術問題，基本上在第一卷(§48—50)裏已經敘述過了，而且在第三卷 §2—3 中還要討論。

§2 物理實驗方法和實驗技術的關係

在正式進行實驗以前，教師先選擇需用的儀器，有時候就拿這幾種儀器來組成若干個多多少少比較複雜的裝置，而後施行一些確定的操作方法複製這種或那種物理現象。在這種場合下，教師需要按照實物的樣式或說明材料親自動手製造實驗所用的儀器，說不定還要自己單獨設計某種儀器來使用。所有這一切都說明了一個教師必須具備淵博的知識，如儀器的構造、儀器使用規則等等，也得有一定的熟練技巧，這是屬於實驗技術一方面的東西。

由此可見，關於適當的選擇或製造儀器的問題，關於使用儀器所採取的方式和方法的問題都應該歸納在物理實驗技術裏面，以便做到：1) 任何危險動作不致損壞儀器，和 2) 製出的物理現象在質量上和數量上都達到最好的境地。

然而，在學校裏佈置和進行實驗的時候，絕對不能只限於複製現象本身這一項工作。我們要永遠認識清楚七年制學校的物理實驗雖然有它異常重要的意義，但始終不能是專為實驗而進行實驗，而只應當成為保證教學過程的有利手段，就是說要解決物理教學中的問題。因此教師在預備上課的時候必須事先考慮一下，今天要讓學生看的究竟是些什麼東西和今天的演示實驗或實驗室作業是為了什麼目的。確定了目的以後，我們就能找到怎樣地，因而必須使用什麼方式來演示現象；換句話說，這樣作不單能確定內容，而且還可決定實驗的形式以及進行實驗的技術。

複製任何物理現象可以做得特別深刻特別完備，以及從全面上

分析這個真實的物理過程，或者是把這物理現象做成有條有理簡化易懂的形式給學生看。譬如說，演示歐姆定律，我們可以只研究一段電路上的現象，而不去管整個電路如何；演示蓄電池的動作原理，我們可以只研究陽極板上如何產生二氧化鉛，不去管陰極板上有什麼變化；演示平行光線的反射和折射，我們可以只研究它們在主焦點上的相交；演示液體對容器底的壓力，我們可以只研究四壁豎直的容器的底所承受的壓力等等。

在複製某一種物理現象的時候，究竟應該條理化和簡化到什麼程度，那完全要看教學過程的要求如何而定，在這個實驗基礎上準備作出什麼樣的結論來。這些要求就是構成物理教學方法的主要內容。由此可見，複製物理現象的整個情形都得服從教學的目的。

最後，在物理教學過程中決不能只偏重於物理現象的複製，而不問採用的方式和方法。這種教學法的第二點要求對於佈置和進行實驗的技術起着決定性的作用。

從這兩點教學法的基本要求出發，我們就會毫不費力地選擇一套實驗需用的儀器和決定複製現象的技術，然而在某些個別情況下，它們之間還存在着一定的矛盾，結果不得不解決一些技術和方法性質的複雜問題。事實上，在許多場合下，由於爲了容易理解儀器的動作原理和構造而實行簡化的結果，對複製出來的現象質量起着不良的影響。因此，學校物理實驗方法和實驗技術的任務是製造或選擇適用的儀器和採用必要的技術方式，通過儘量簡單的方法製成我們所需要的物理現象，並從觀察這種現象中得出適當的結論來。這樣看來，是教學法決定實驗採取什麼樣的技術，這裏所指的技術包括儀器的構造在內。

未來的教師們如果僅僅是片面地掌握了學校實驗的技術（這是很容易做到的），也就是說只學會了如何使用物理儀器以達到演示實驗目的的本領，那是非常不夠的，教師必須學會精確地表述該實驗的

教學目的，這一來就能使實驗技術有時甚至於儀器的構造完全適應需要。

同時提醒注意一點，青年教師對所有的甚至是大家所通用的儀器及其使用方法只有抱着一個批判的態度，他才能做到不僅是一個模範教師，而且還能把自己提高到現有教學法的水平之上。如果一個物理教師在上課中間只能盲目地走別人踩出來的老路（已有專書解決了的方法），而不去大胆地‘重新估計價值’，那他也就是一個‘老頑固’。爲了達到更高的教學效果，教師有絕對的權利獨自解決教學法上的問題。應當注意，在一般課本和教學法教材裏常常是收集一些通用的實驗，但這些實驗在教學法關係上是經不住任何批判的。用感應圈實驗電磁感應的習慣演示方法就是這類實驗中的一個特別顯著的例子（圖 392）。關於上述現象進行演示實驗的問題在 §50, 5 裏有詳盡的研究，在那裏證明了教學法對於實驗技術起着決定性的作用；因此，對於這個具體的例子應當要有精密的研究。在上面研究的例子中，依照教學法的要求不僅需要改變慣用的實驗技術，而且一定還要在演示用的電流計內部換接一下導線頭（圖 323），最主要地是要我們自己製作完全另一類型的感應圈（圖 40）。

蘇維埃青年教師在仔細地研究了別的教師和教學模範的經驗以後，要從盡量利用當中找出解決物理教學問題中的最完善的教學方法，在自己的課堂教學裏驗證這些方法並給以適當的修正。這樣一來，他就能逐漸地建立一套獨特的教學‘信條’，而且在許多方面還能促進物理教學法這門科學的進一步向前發展。

§3 演示實驗

演示實驗在教學上的作用和意義，在本書第一卷 §7, 2; §12, 6; §15 和教學大綱的教學法指示裏已經講得十分清楚。因此，我們在這裏只討論那些對學校演示實驗提出的最重要的要求，這些要求在

實驗技術上起着很大的影響。

1) 保證可見度 很明顯，教師所演示的每一個物理現象都應當讓全體學生毫無例外地看得十分清楚，那怕是坐在教室最遠位置上的學生也應當這樣才對。因此，作為對物理演示實驗第一個主要的要求就是保證現象的可見度，而且對研究過程中的各個細節都得如此。一個演示實驗在其他方面不管你作得如何盡善盡美，倘若學生在看到的演示現象裏有一部分還需要從教師的解釋中去猜想，那它就是經不起任何批評的。新開始教課的教師未必會忽視可見度的意義，但是新教師却常有一種錯誤的想法，認為這個現象既然自己能看得清楚，全體學生也一定會看得清楚的。無怪乎一個有經驗的教師在實驗之前，總是先要選好適當的位置，讓學生能够看得清楚，另外還採用要學生把他所看到的現象講述一遍的方法來檢查學生是否真正看清楚了，這種作法是很有道理的；他不專是爲了了解學生對現象接受的程度如何，而且也能够檢查出實驗地點選擇得是否適當。在某種場合下，光保證演示現象看得清楚，那還是不夠的，每當討論到該現象發生的方法問題和研究所使用的儀器的時候，也同樣要在整個實驗的裝置方面保證達到這點才對。有時運用比較簡單的工具和方法就可以做到保證可見度的目的；而在另一種情況下却是很難解決甚至是從來得不到解決的一個問題。保證演示可見度這個問題在本書內佔着首要的地位，後文還要詳細討論它 (§11)。

2) 簡單儀器，對演示實驗提出的第二個主要的教學要求是採用最簡單的方法和器材達成應有的結果；如果教師能花費極少的時間把儀器構造和該物理現象的產生過程給學生講述明白，那是非常重要的一件事。這樣做時，必須掌握住一個原則，就是絕對不能因儀器的簡單而使演示的現象降低質量。當你做某一個實驗完全可以不必使用特製儀器的時候，正該採用這種辦法。一個教師在研究了實驗教學法指示裏規定的有關該問題的各種演示方法之後，才能正確地