

物理課外工作經驗

B. A. 布洛夫 原著

盧 耀 權 譯

上海春明出版社出版

В. А. БУРОВ
ОПЫТ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ
ПО ФИЗИКЕ

1-е издание

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК РСФСР
Москва 1953

物理課外工作經驗

原著者：	蘇聯	В. А. 布	洛	夫
譯者：	盧	耀	權	
出版者：	泰	明	出	版
	上海山西南路 10 弄 3 號			
經售者：	上	海	圖	書
	上海山東中路 128 號			
印刷者：	利	明	印	刷
	上海江寧路 1080 弄 71 號			

書號：206	開本：762×1067 1/32	字數：79 千
頁數：64	印張：4	定價：5,500 元
出年版月：1954 年 9 月第一版第一次印刷		1—3,000 冊

目 錄

序

導言	1
第一章 小組活動的組織	4
第二章 小組活動的內容與方法	12
第三章 有關自製儀器的各項經驗	30
一 力學	30
二 振動與波	38
三 熱學和分子物理學	48
四 電學和電磁學	54
五 電磁振盪和電磁波	62
六 光學	78
結語	89
附錄一 小組自製儀器目錄	91
附錄二 小組報告提綱	98

導 言

正確地組織物理科的學生課外活動，對於教學和教育有重大的意義，這可說是今天大家知道的事實。

課外作業可以用來加深教材，比較詳細地給學生介紹過去和現在各種重要的發現和發明，特別是介紹蘇聯的科學家和發明家的成就。

這裏，教師有可能使學生仔細地注意到課堂上所學的一些物理法則的技術應用問題，還有可能做其他許多事情。同時，課外作業可以有各種各樣的題材與性質。

在各方面的課外活動中，特別有價值的是製造或修理簡單的物理儀器與模型。這種活動不但有可能擴大和加深學生的知識，而且有可能以最自然和最直接的方法使學生明瞭理論與實際間的關係。在工作過程中，學生可以獲得各種實用的技巧，有機會適當地運用自己的知識、能力和才幹，又可能從工作本身以及從工作結果得到滿足。

積極參加製造各種各樣的能實地用來演示各種物理現象或證明某種物理理論的模型、儀器與裝置，有助於戰勝學生知識中的形式主義，消滅口頭背誦的學習方式。

這樣的工作能够使學生發揮創造能力，提高他們對科學的興趣，使他們習慣於獨立的實際活動，培養他們對自己能力的信心。

另一方面，這樣的工作就是公益勞動的良好例子，因為完善的自製儀器，可以大大地補充學校物理室的設備，從而更能發揮物理教學上的直觀性原則。

任何物理室，不論是正在組織的還是已經成立的，都一樣需要自製儀器。每個學校之必須自己製作儀器，不是因為我國工業對於供物理室設備用的實物教具生產得太少，而是因為製作本身就是物理教學這一必須不斷發展和不斷改進的生動事業所迫切需要的。

教師的工作實踐證明，物理室所常常感到要添置的某些應用什物，是可以而且應當就地憑自己的力量來做的。

自製儀器還有一種不變的價值：儀器的製造一方面可以發展學生實用的知識和技巧，另一方面可以證明教師本身的創造性工作，以及教師的教學方法的發展與改進的情況。

如果一個教師堅持地想做到直觀教學，想在講解物理課程各章時創造自己的簇新的教學方式，或者想在教學中採用先進教師的經驗，那自然有自己創製補充裝置的必要了。

某些自製儀器在教學方面可能比廠製儀器還合用些：自製儀器的動作比較簡單和顯明，學生亦容易看懂。有些自製儀器，如果跟現有的廠製儀器配合使用，可以擴大廠製儀器的應用範圍，可以順序漸進地、更完善地進行實驗。大家知道，這在教學方法上是有重大的價值的。

此外，有些自製儀器之所以十分可貴，是因為類似的儀器工業上根本不生產，市上沒有出售。屬於這類儀器的，例如：超短波發生器，演示用的熱效式安倍計和電磁安倍計，演示水波投影用的水槽以及

頻閃觀測機等等。

最後，上課時應用自製儀器，可以使學生相信：許多物理現象和物理定律，根本不與什麼特殊的儀器相關，而是可以用自己親手做的簡單儀器演示出來的。

但是，這絕不是說物理室的一切儀器都應當自己製。

祇有廠製儀器與自製儀器正確地配合，才能有效地使學校物理室的組織健全起來。

這個結論是作者在莫斯科梁贊鐵路區克拉托夫斯克第九中學親自裝備好物理室之後得出的。

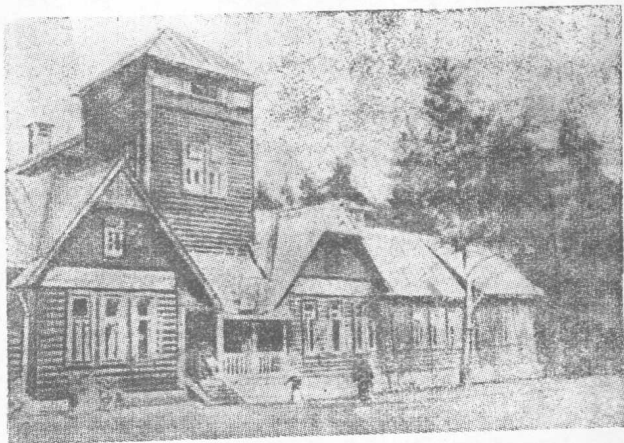


圖 1. 克拉托夫斯克第九中學外觀

這工作如何完成，產生些什麼結果，在下面幾章裏談。

第一章 小組活動的組織

我在克拉托夫斯克中學的工作是在困難的條件下開始的：學校裏沒有物理室。一部分物理儀器跟生物和化學的教具一起收藏在一間小房間裏。儀器中間僅有些關於熱學和電學方面的東西；有一半儀器需要修理。許多在演示實驗方面，尤其在實驗作業方面所必需的儀器根本沒有。

當時學校在工作過重的情況下（那時學校實行三班制），不可能指望得到一間空房間來做物理室。上課時只能把現有的儀器隨班搬動。這樣就浪費掉許多時間，而主要的缺點還在不能收到必需的效果。要在物理教學中貫徹直觀性原則的情況是困難的，儘管我們已經買了一些新儀器，並有系統地修理了留下的舊儀器。

1947—48 學年裏，校長劃出一間教室給我們組織物理室，我們就動手佈置起來。

首先需要解決的問題是傢具，這東西學校裏很缺少。把簡單的長桌擱在同樣長的長櫈上，算是實驗桌；而長櫈還是學校裏辦少先隊夏令營時留下的。這幾張實驗桌裏面，有一張要高出四分之一公尺，成了教師的演示桌。

高年級學生很樂意地幫同把物理室安排得儘可能舒適些。

在短期內我們把櫥櫃裏缺少的橫板架了起來，整頓好櫥櫃。把普

選日用的投票室的木板拆了下來做遮窗子的護板。改裝了電線：把電流引到演示桌，以便安裝補充照明。在物理室裏掛設室內天線，又做其他各種零碎設備。

這次工作的結果，使幾個隨時可以幫助我的學生集攏在一起了。他們是物理愛好者。他們從家裏帶來了必要的工具，又能在課後很樂意地留下來跟我一起修理儀器，或者幫我安排例行的課堂演示。

我們所進行的工作沒有事先周密地計劃好。小組作業還未曾佈置。學生常跑到物理室來找我，問些自己所關心的問題，如果有必要，有時還幫助我工作。從這些場合，我更深入地認識學生的興趣與嗜好。

不久我就明瞭，他們對於物理學的各種技術應用的天然求知慾，不能從學校的物理課程以及我對問題的簡單解答和談話中獲得十分滿足：許多學生對物理學的興趣較濃，很希望做實驗並親手做些東西。這種情況也就促使我們去組織課外活動。而課外活動的方向，又必須使將來的成果儘量能被全體學生所感受。

祇要一踏上這樣一條路，自然就會把學生各人的興趣跟全校集體的教導任務正確地配合起來。

這樣，我們所處的具體情況，就確定了我們小組活動最初的內容與方向。

但是，最初廣泛地組織小組活動這種嚐試，對於製造物理室儀器以及加深學生本身的理論知識這兩項要求，一項都沒有能夠做到。

組織工作中的基本錯誤是：第一，讓願意進小組工作的人都登記的方法是錯誤的。這使物理室裏招引了一大批不相干的學生，他們

大部分不指望積極參加工作，因為他們是被單純的求知慾吸引到小組裏來的，在開頭不便去拒絕他們。第二，我一開始既不會考量自己的能力，也不會考量自己的沒有經驗，因為我到這個學校裏來還是我教育事業的開始。由於犯了這兩個錯誤，最初在大會上通過的小組活動計劃，就沒有能夠完成。在這個計劃裏，曾經規定每週出版科技公報，目的在給全校學生介紹小組活動情況、科技上最新的成就、歷史上若干有名的發現等等，結果成了一紙空文。組員們在開頭沒有感到自己應盡的責任。選出的一個出版組織，從編輯起到編輯委員會的成員止，都不曾重視工作。組員們並未感到自己組織的力量；甚至幾個有能力的組員往往一碰到困難就灰心了。

爲了要把他們留在小組裏，我就給他們做理論工作——準備研究報告。但是，這亦祇能暫時保持他們對工作的興趣。並且，因為參加小組的人數很多，許多組員根本不能從我這裏獲得任何的工作。因此，許多在小組開始組織時登記參加的人，很快就不來小組了。

小組裏祇留下幾個最有研究興趣的學生，物理和技術的真正愛好者；他們都親手做了一些另件，幫助我進行物理室初開辦時的佈置工作。

我把這剩下的七八個學生做基本核心，再進行進一步的工作。

開始，我們給自己規定了一項基本任務：用不足夠的儀器和裝置，儘快地把物理室裝備起來，以創造必要的實驗基礎。於是把當前的工作編了詳細的計劃，規定：進一步改進物理室的固定設備，修理和製造一些儀器，以及採買幾樣儀器。在這件工作的進行過程中，我曾經仔細地看過這些教學法書籍：И. А. 茲納美恩斯基著的“中學物

理教學法”，Д. Д. 加拉寧等著的“學校中的物理實驗”（卷 I—VI），E. H. 戈略契京、С. И. 伊萬諾夫、A. A. 勃克羅夫斯基三人合著的“學校物理實驗的方法與技術”，Д. Д. 加拉寧著的“七年制學校物理課的演示與實驗作業”，A. A. 波克羅夫斯基著的“物理室的設備”，有關直觀教具和實驗設備的各種目錄，物理教科書，“物理教學”雜誌等等。

次一步的組織工作，是用下述方法進行的。

每個組員從我這裏獲得具體的作業題材，內容能符合每人的興趣、才能和實用技巧。在規定作業題材時，我又指示必要的書籍，讓他們可以更詳細地明瞭當前的工作。

製造儀器之前，先在班上研究適當的理論材料；在這些場合，我給做這些儀器的學生小組，傳授了各種對於完成預定工作所必需的補充知識。

所以要傳授這些知識的基本目的，在於幫助他們分析某一儀器或裝置的結構與操作原理。學生當時不僅應該想像出擬製儀器的外形，還應當了解它可以用來證明些什麼，知道它的用途。

誠然，在所做的儀器中，有極少一部分例外地沒有特別加以說明，這因為學生對於理解這些儀器所能演示的現象，還不會作好準備；可是由於結構的簡單，他們已經能夠去製造了。例如，七年級學生做的一個用狹縫觀察光的衍射現象的簡單裝置，只要在一小張黑紙上，用剃刀片切一條 2 厘米長的槽就做起來了。

一般說來，給組員分配作業，總得用比較熟悉和可領會的題材，這才能保證工作中必要的自覺性與積極性。儀器的製造，照例不讓幾

個學生各去分擔一部分，因為這種辦法往往使獲得的熟練技巧有片面性，並使工作興趣減低。然而常有需要幾個學生裝配一件儀器的情形：譬如說，一個組員在細木工作方面具有豐富的熟練技巧，家裏又有必需的工具，於是由他做安放儀器的架子，做好之後，再由他的一個同伴完全做好整個儀器的裝配工作。以後因為要製造比較笨重的裝置，這樣的集體工作方式，會稍稍推廣。

組員在按照圖樣製造儀器的時候，表現出一些獨立性。他們自己挑選必需的尺寸，確定各個另件的比例，選配材料。

爲了要在組員中間發揮合理化技巧和發明能力，我按照他們在實際工作中所累積的技巧，讓他們在設計一部分或整個儀器的結構的時候儘量有獨立性。有時候我祇規定一項任務：去做能演示某種物理現象的儀器。有幾個組員極有成效地擔當了這種工作，製造出一系列可算作小發明的儀器。我本身又極其獎勵凡是多少有點根據的建議，無論這種建議是關於改進另件構造方面的或是關於試用各種方案方面的。

但是，經驗證明，對這一類的作業，教師應當特別審慎，因為作業過份複雜，在需要幫助的時候又不予幫助，會使小組組員喪失工作意志。祇有在細節上逐步提高作業的複雜程度，才會發揮學生的創造性與堅持性，使學生在工作完成時獲得極大的滿足。不能勝任的困難作業，會很快地使學生不感興趣。他們最多只能潦潦草草地趕完，想趕完之後能拿到一件重要的、比較有趣味的作業，那末再好好地把它做一下。

一件思考性的工作總得有一點技術計算。因此，在學生做各個儀

器的時候，要給他們佈置必要的簡單的技術計算。例如，去做演示平拋物體運動和斜拋物體運動的軌迹所用的儀器，就需要計算物體在自由落下時每秒鐘經過的路程。在做迴線模型的時候，需要計算：半徑已知，小球應該從怎樣的高度滾下。

組員們逐步訓練到能够運用簡單的圖樣，會看圖樣亦會製圖樣。做到了這一點，學生也就掌握了一種技術知識；在我看來，這種技術知識在他們生活中是很有用的。這樣，從小組成立的時候起，小組的實際工作就能符合教育和教養的目的；在往後的工作中這個作用更加發揮了。

小組活動的地點是物理室。不過物理室中只進行一部分工作，在那裏討論有關新儀器的意見，確定選用的結構，進行電氣安裝，把儀器作各種試驗。所有其餘的工作，主要是細木工作，由組員們在家裏做，因為學校並沒有為這些工作配備必需的工具和工場。缺乏簡單的工具和必需的工場，很使我們初期的工作受到限制。當時祇靠着學生的進取精神、以及家長和各組織在我們請求時給予的幫助，小組活動才能正常地進行。我們靠家長和各組織的支持，收集到鏈子、銼刀、剪刀、金屬用鋸、螺釘刀、螺旋釘、螺栓、洋釘、板子、厚紙板、罐頭、電線、焊錫、松香、各種管子、栓塞和其他許多東西。

隨着小組活動在學生中間的聲譽的提高（特別在上課時展示了一系列的自製儀器之後），搜求各種材料的願望也增長起來了；學生們認為，能把自己帶到校裏來的各項東西用到公共事務上是多麼可貴的事情。下面的事實就能證明這一點。後來我們不經任何請求就能從學生那裏得到各種在工作中極端需要的東西。學生帶來了各種小

電動機、燒壞的無線電收音機、無線電另件(真空管、變壓器、電容器、電阻器)、永久磁鐵、透鏡、測定器、旋轉變流機以及其他很貴重的儀器。這當然是家長對學生的幫助。很多家長關心我們的工作，並且很滿意他們的孩子能够參加小組活動。

我們靠家長的幫助，修理好手搖鑽，裝配了一套鑽孔器、一套手工工具，獲得電話機的另件(電鈴、聽筒、微音器等等)及各種很貴重的液化材料的機器。

家長們不但以材料幫助我們，在必要的時候還拿來許多書籍，提出各種意見。例如，有個女學生的父親得悉了小組有進行學校無線電化的決議，就給我們一系列有益的建議，指出怎樣才能把工作做得最好。

在工作過程中，常常請求各組織幫助；它們也很同情地對待我們的事業。例如，莫斯科梁贊鐵路局通訊科曾以多種電器另件(線圈、電磁繼電器等)移送我們學校；這些另件補充了物理室的設備，其中一部分還是必需的作業材料。鐵道人員子女中心文化館也將幾種無線電另件分給我們。

所以，如果說小組活動開始的時候，我們常常打算着拿什麼來做儀器的問題，那麼我們現在所着急的卻是另外的問題了，就是如何才能充分利用我們現有的一切東西。這樣也就實地解決了關於為小組活動創造必要條件的重要問題。

小組活動第一年的成績，在全校展覽會上給學生、教師和部分家長看到了。展覽會上陳列着近四十種組員們的作品，其中一部分在課上使用的時候，學生已經看到過。