

物理課外作業的 實驗和觀察

波克洛夫斯基著

人 民 教 育 出 版 社

物理課外作業的 實驗和觀察

波克洛夫斯基著

竇國興譯

人 民 教 育 出 版 社

这本物理課外作業的實驗和觀察是著者根據先進的教育學原理和多年的教學經驗寫成的。在這本書中著者創造性地介紹了幾百種在課外進行實驗和觀察的學生作業，這些作業不僅非常簡單，而且具有激發學生思維的積極作用。著者的經驗在蘇聯已引起了普遍的重視，並得到了廣泛的傳播，對於改進中學物理教學起了很大的影響，無疑地，著者的經驗對我國中學物理教學來說，也是非常寶貴的，因此本書是我國中學物理教師的一本很好的參考書。

С. Ф. ПОКРОВСКИЙ
ОПЫТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ
В ДОМАШНИХ ЗАДАНИЯХ
ПО ФИЗИКЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

АКАДЕМИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК РСФСР

Москва • 1951

本書根據俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育科學院出版社

一九五一年莫斯科俄文版譯出

物理課外作業的實驗和觀察

〔蘇聯〕波克洛夫斯基 著

龔國興 譯

北京市書刊出版業營業許可證出字第二號

人民教育出版社出版

北京景山大街

新華書店發行 北京新華印刷廠印刷

書號：審0199 字數：160千

開本：850×1168 1/32 印張：

1955年5月第一版

1955年8月第一次印刷

1-14,000冊

定價(5)六角九分

目 錄

原編者的話	5
緒言	9

第一章 簡單量度

§ 1 長度的量度	18
§ 2 面積的量度	29
§ 3 體積的量度	33
§ 4 豎直方向和水平方向	41
§ 5 物体的重量	45
§ 6 比重	46
§ 7 時間的量度	50

第二章 液体和氣體

§ 8 压强	54
§ 9 帕斯卡定律	57
§10 液体的压强	62
§11 連通器	68
§12 阿基米德定律	72
§13 空氣和它的性質	73
§14 大氣压强	79

第三章 運動和力

§15 速度	84
§16 牛頓定律	92
§17 力和它的量度	101
§18 摩擦	104
§19 運動的合成	106
§20 轉動	117
§21 重心	121

第四章 功和能

§22 功、功率	126
§23 能	128
§24 簡單机械	128

第五章 振動和波、声学

§25 振動和波	136
§26 声音	140

第六章 熱学

§27 分子運動論	144
§28 物体的熱膨脹	148
§29 熱的傳播	156
§30 熔解和凝固	162
§31 汽化和蒸汽的凝結	167
§32 熱和功	172

第七章 電学

§33 靜電現象	175
§34 電流	179
§35 電磁現象	186

第八章 光学

§36 光的傳播	198
§37 光的反射	200
§38 光的折射	205
§39 光度学	214
§40 光的色散	215

第九章 暑假作業和觀察

結語	221
----------	-----

原編者的話

要想使學生獲得鞏固的和深刻的物理學的基本知識，物理教學是蘇維埃中學各科教學中最複雜的教學之一。其所以複雜，是因為幾乎所有的初步的物理概念，學生都必須通過從他們的個人經驗進行抽象思維的道路，才能在他們的意識中形成；只有這樣，它們才能成為有实效的概念，也就是只有這樣學生才能在解決各種計算問題或實際問題時會應用這些概念。

所以，在學生學習物理學時，需要給他們佈置很多的實驗和觀察的獨立作業。這些作業應當是在教學法方面深入考慮過的，而在完成它們時又必須腦、手以及我們藉以感受客觀世界的主要感覺器官同時工作。

學生只有積極地和多次地把獲得的概念或者在所做的實驗中直接加以應用，或者在為了驗證所學習的定律和概念來思考一定的物理的和技術的現象時加以應用，才能真實地掌握物理概念。所以，學生越經常思考物理定律和物理現象，並同時用手進行工作，他們就會越深刻和更自覺地掌握這些概念和現象的規律性。這個基本的教學法則很早就已經由先進的物理教師的教學法所肯定了，並且在實踐中得到了証明：學生不參加實際的和實驗的操作就不能正確地掌握物理知識。但是，通常這樣的作業常常是作為課堂作業來進行，很少作為課外作業來進行。其實，在家庭條件下進行的實驗和觀察也可以作為課外作業提出；作為那些通常包括在課外作業裏的讀教科書、解答計算題、閱讀物理課外讀物的極其自然的補充。

據我們大家所知道的，這樣的物理課外作業是莫斯科教師波

克洛夫斯基於 1934—35 學年首先開始採用的。他用了 15 年的工夫研究了幾百種創造性的作業，這些作業曾經在雜誌和小冊子上發表過，並且在教師代表會議上的許多報告中談到過。他的文章和報告不止一次地被利用在教科書裏和各種物理教學法的著作裏，不過在引用這些材料時，常常沒有指出它的出處。

無疑地，波克洛夫斯基在物理教學中系統地進行學生的課外作業方面佔着絕對優先地位。某些論述學生物理課外作業的書和文章的作者，隱瞞這一點是不公正的。

波克洛夫斯基在許多年中，分析了學生，特別是七年制學校的學生掌握基本物理概念的過程，用自己的教學經驗証明了學生獨立地完成各種實驗作業有着特殊的意義。他所擬定的絕大部分作業，都是要力求引起學生有益的好奇心；有很多作業，題目的本身離開所要研究的問題很遠，但是爲了回答這個題目就需要對所要研究的一系列的物理現象和概念進行必需的操作；例如，像‘人的身體在什麼時候較高——是早晨呢，還是晚上？’這個題目，就需要學生在量度身長的時候有十分準確的量度長度的技能。

波克洛夫斯基的課外作業，在製造用來解釋某種物理現象的極其簡單的儀器時，總是力求發展學生的創造力的。波克洛夫斯基的作業給予學生一個主動地表現自己的創造才能的廣闊領域；正是在這個創造性的活動過程中，物理概念的真實性才在更高的程度上表現出來。

由波克洛夫斯基創始的、關於擬製和試驗物理課外實驗和觀察的工作，是應當得到非常廣泛的發展的。現在它還是處在開始階段。還有一些效果很大的應當用來作為學生課外作業的物理和技術的領域，在這本書裏幾乎沒有提到。首先我注意到的是這本書裏沒有提到那些關於物理學的兩個或三個分科相互聯系的作業，

即同時研究力的和熱的、或力的和電的、或電的和熱的等等現象的作業。這些作業的目的是要真實地向學生表明基本運動形式的相互間的各种轉變。

學生課外作業的另一個廣闊的領域是藉日常生活中常碰到的各种技術設備，例如縫紉機、鐘錶、自行車、摩托車、電話、瓦時計、留聲機、收音機、汽車、拖拉機、各种農業機器等進行實驗和觀察。在這個領域中可以設計出許多使學生感到興趣的作業；這些作業，在解釋我們日常生活中常見的各种機械裝置和設備的動作時，能够用實際事例來說明物理規律的巨大作用。

波克洛夫斯基所提出的作業需要的技術操作是非常簡單的，而他所獨創的、在結構上從教學法方面經過深思熟慮的許多儀器又都是可以用手邊的極簡單材料來作的，這樣就使學生幾乎在任何情況下都可能進行課外作業。由於製作儀器時考慮得周密和指示得具體，所以學生利用這些極簡單的儀器就可以在課外作業時進行十分精確的測定實驗，例如物體熱膨脹的測定及其他等等。

學生的物理課外作業是幫助深刻地和堅實地掌握知識的最好手段。通常它們是結合物理課堂教學來進行的；但是它們也可以擴展到課堂教學範圍以外，即與課外研討的題目和物理小組的作業相聯系；這裏正是波克洛夫斯基佈置給個人作的那類作業的廣闊園地。物理小組的作業可能並且也應當用特別有趣的物理問題和它們的實際應用來擴大小組作業的範圍。這裏還有待於進行許多教學法的研究工作，以便從小組作業的實踐中擬製出更高級的作業。

全面地研究了波克洛夫斯基的作業之後，應當承認這些作業有很大的教育價值，應當廣泛地介紹給物理教師，以便他們在自己的教學工作中可以加以利用。可是他們不應當盲目地仿效；每一

個善於思考的物理教師，在利用波克洛夫斯基的課外作業時，能够並且也应当結合本班學生的情況和學校實際環境進一步發展這種方法。

在這本書裏，除了創造性的實驗和儀器以外，也列入了一些著者認為有必要引用的一般都知道的實驗，為的是在需要的時候，教師可以順手找到。

在這本書裏敘述的課外作業，大部分是給六、七年級學生作的，小部分是給高年級學生作的。但是當高年級學生深入研究或復習學過的基本知識時，教師也可以把許多供六、七年級學生用的作業佈置給他們，這樣也會收到效果的。

卡拉史尼可夫

緒 言

如果認為學生學習物理的過程应当是由各種形式的活動組成的，那麼物理的課外實驗和觀察在教育 and 教學的總體系中的意義和地位就很明顯了。組成學習過程的各種活動形式如下：

1. 聽教師的講述。
2. 觀察教師在課堂上說明新教材或復習舊教材時所做的演示實驗。
3. 在實驗課上學生在教師直接指導下進行並進式實驗。
4. 學生自己在物理實習課上做輪換式實驗。
5. 學生在課堂上回答問題時做實驗(用實驗回答)。
6. 學生在課外按照教師所指定的特殊的課外作業做實驗。
7. 學生在家裏按照教師所指定的特殊的課外作業觀察在自然界中、技術中和生活中所發生的短暫的和持續的現象。
8. 學生在家裏按照教師所指定的特殊的課外作業製做儀器、直觀教具、表、圖表、掛圖、圖、畫冊、圖示等。
9. 學生在課堂上或在家裏繪製儀器、模型、裝置、機器等的圖示或圖。
10. 學生在家裏按照教師所指定的特殊的個人作業，用批判的態度研究儀器、機構、裝置、現象、公式、圖、文章或小冊子。
11. 學生在家裏按照教師指定的特殊的個人作業自己設計新的模型、新的儀器、新的裝置等。
12. 學生自己擬出說明某些物理現象或物理量(例如慣性、慣性、勻速運動或轉動等)的例子。
13. 學生在家裏按照教師指定的特殊作業，選擇有關某個問題

或某個題目的插圖、圖、畫片、美術明信片、報章和小冊子。

14. 學生在家裏按照教師指定的特殊的個人作業自己擬製關於個別物理公式的習題或關於物理學的某一章或某幾章中的一系列公式的混合題。

15. 解答習題。

16. 在課堂上隨着教師閱讀教科書(講讀)。

17. 在家裏獨立閱讀教科書, 以及閱讀小冊子或參考書。

18. 完成書面的測驗作業。

19. 在家裏回答必須深入思考的(‘費思索的’)問題。

20. 擬製教科書某一節或整個一章的綱要。

21. 準備報告和做報告。

22. 給學校的物理報刊或雜誌寫稿。

23. 參加學校的專題物理晚會。

24. 參觀工廠、電力站、生產部門、汽車房、機車、拖拉機、聯合收割機或別的技術對象。

25. 按照教師指定的特殊的暑假作業, 在假期裏進行物理的或技術的實驗和觀察。

26. 參加物理小組。

27. 听關於物理和技術的講演。

上面列舉的這些活動形式中有幾種在這本書裏作了部分說明; 這些說明當教師編製工作計劃和寫教案時是常常需要的; 了解了這些活動的一般情況, 教師在選擇獨立作業和考慮在全年工作在不同班級上應當運用哪些活動形式時將有所遵循。

恰當地應用這些活動形式事前總是要有工作計劃的; 當然, 沒有一點經驗的教師不能夠讓學生一開始就進行所指出的全部活動, 而應當引導他們先做一些最合適的活動。

我們应当這樣來計劃自己的工作，使每一個課題和每一個中心問題的講授都保證做到理論和實際相結合。既不应当有一個課題只進行純理論的講述，也不应当有一個實習作業沒有從科學原理上予以闡明。理論同實際和實際同理論的巧妙結合能夠得到所需要的教育和教養的效果，並保證實現蘇維埃教育學向我們提出的各種要求。在課堂上教師講述時所做的演示實驗，在實驗課和物理實習中學生做的並進式實驗和輪換式實驗，以及學生課外做的實驗，所有這些是蘇維埃物理教學的基本手段。

沒有實驗就不是也不能是合理的物理教學。只用嘴來講的物理教學必然要導向形式主義的理解和機械的記憶。

教師首先應當想到的是使學生看到實驗，並且使學生自己動手做，使學生看見教師手裏的儀器，並且設法使學生手裏也有。

當然，如果學生只是在教師做過演示實驗之後進行各種實驗和觀察，而不傾聽教師經過深思熟慮的清晰的講述，不做作業，不閱讀教科書和熟悉參考材料，那麼，教師的工作仍然不能認為是令人滿意的。教師應不斷地提高自己的思想政治水平和理論水平，注意現代科學和文化的狀況，不斷地改善自己講述的語言、內容和方式。還有一點：教師必須熱愛自己的教學科目和熱愛自己的學生。要知道，學生的學習情況是教師工作的反映；如果教師愛好自己的專業並知道得很好，那麼通常他的學生也就愛好那個學科並學習得很好，反過來，如果教師知道得不好，那麼通常他的學生也就知道得不好。

教師關於物理定律和現象的講述，是進行教學的基礎，是他的全部理論的和實際的教學的引言。

因此，很明顯，教師的講述應當是容易了解的、簡單的、精確的、通達的、鮮明的和生動的。教師的講述應當經常能引導學生進

行熱情的和有效的談話，激發學生思維和号召交換意見。由此可知，教師應當細心地備課。

當然，寫教案還不等於備課的全部工作，這只是備課的第一階段。只有教師對教材理解的透徹和運用的純熟才能作為評定他的備課的依據。

如果把教師的講述看作是理論的和實際的物理教學的引言，那麼教師的演示實驗和從它出發並以它為根基的並進式實驗就是教學的基礎，是教學的奠基石。

關於教師演示實驗的意義我們不想加以說明；這項工作的必要性和必需性是很明顯的，對蘇維埃學校是不需要證明的。

並進式實驗在實際的和實驗的物理教學的總體系中佔着中心的地位。它們是不能用任何別種實習作業來代替的。無論是輪換式實驗，或物理小組活動，也無論是課外實驗作業都不能用來代替並進式實驗的一部或全部。

並進式實驗是按照學校的時間表，按照精密考慮過的計劃進行的，它是實驗的‘初等學校’，它有自己所固有的獨特的意義。

只有並進式實驗才具有的基本特徵如下：

- 1) 全部動作服從於統一的指揮；
- 2) 這些動作都是有次序的和按着一定規定進行的，它們服從統一的計劃；
- 3) 這些動作在時間上是受到限制的；
- 4) 這些實驗同當前的理論教材有緊密的聯繫；
- 5) 教師對實驗過程進行直接監督；
- 6) 依靠集體來完成工作，發揚學生間的同志式的團結精神（有如手足的情感）和開展有益的社会主義競賽。

課堂實驗作業是實驗的‘實習學校’，它使參加者有可能來了

解和掌握實驗的目的、任務和結構，使參加者習慣於有計劃、有組織的勞動，習慣於注意察覺缺點並善於改正，給予他們一系列的有益的和必須的技能，以準備將來參加實際工作，以及最後，使他們有可能從事科學的實驗工作。

如果教師希望並進式實驗的這些任務能夠完全實現，那麼，當然他就必須進行深入地考慮，精確地計劃和組織，使實驗緊密地和當前的教材相配合，供給學生新式的儀器和新式的實驗設備，最後，還要把這些儀器配備充足；應當不超過兩個學生就配備一套儀器。

發揮了並進式實驗作業的全部基本的和重要的作用，並不是就完全發揮了物理學的一切實習作業中所包括的全部作用。

換句話說，有了並進式實驗作業絕不是就打消了進行下列各項的必要性：

1) 更深一些的輪換式實驗；

2) 物理小組；

3) 物理的課外實驗和觀察，以及上面曾經舉出過的其他獨立作業。

進行輪換式實驗的先決條件是學生掌握了並進式實驗時學得的基本實驗技巧，和具備一定程度的獨立作業能力。

如果在並進式實驗課上，教師的全部注意力集中在學生的統一活動上，那麼在輪換式實驗課上，教師的注意力就應當分散開，應當注意到每個小組完成自己的特殊作業的情況。

輪換式實驗的價值在於：跟並進式實驗比起來，它給學生更多的獨立活動機會和讓學生進行更複雜一些的實驗，此外，在進行並進式實驗儀器套數不夠的情況下，它可以使全體學生進行一系列不同的實驗。

物理課外實驗和觀察有它自己的特性，對課堂上的和一般的學校實驗室作業來說，它是非常有益的輔助活動。

多年的工作經驗證明了，學生自己進行的物理課外實驗和觀察能够：

- 1) 使我們學校有可能進一步擴大理論聯繫實際的領域；
- 2) 培養學生對物理和技術的興趣；
- 3) 進行創造性的思維和發展創造能力；
- 4) 使學生慣於獨立研究工作；
- 5) 培養學生寶貴的品質：觀察力、注意力、堅毅性和精確性；
- 6) 用那些在課堂上根本無法進行的實驗和觀察（一系列的長期的觀察，自然現象的觀察及其他等等）來補充課堂上的實驗；
- 7) 使學生慣於自覺的、適當的勞動。

我們把下列三項主要任務作為進行課外實驗作業工作的基礎：

1. 使每一個物理現象的研究都能作到讓學生用自己的感覺器官去直接感受和體驗；

2. 選擇的課外作業應當是對學生研究和理解物理學有價值的，內容是有趣的，完成作業和所需要的裝備是簡單的，是幾乎不需要學生有什麼物質耗費的，同時還應當是容易接受教師監督的。

3. 重要的是：學生的作業不應當是盲目地摹仿着裝配模型，而應當廣泛地表現出自己的主動精神、創造性和力求尋找新事物的精神。

這就是我們課外實驗作業的全部方針。在我們的作業中的自製儀器，它不是單單為了製造儀器而去製造，它是觀察和研究物理現象的手段。學生在按照我們佈置的作業製做儀器的時候，時時刻刻都不要忘記遵循着教師的指示：‘把儀器的構造改變一下不行’

嗎？爲了使消耗的物資和原料最少而獲得同樣好的結果，這樣簡化和改善儀器不行嗎？

例如在製做演示物體熱膨脹的儀器時，學生應當想到：是否可以使它只用一根火柴或者甚至只用人的呼氣來加熱就能夠顯示出物體的膨脹來？

在我們的文章‘物理課外作業中的觀察和實驗’（載於‘物理教學’雜誌，1947年第二期）的第二部分中提出了一些這樣的儀器的方案：從帶有縫針的儀器起到已經不需要燒只要用人的呼氣來加熱就可以使指針運動的儀器止，在方案中都談到了。

在我們的作業中，物理的各個分科裏都有這樣的儀器的方案。我們已經有了構造十分新穎的創造性的儀器。

上面指出的教師這種力求革新的願望是不應當僅限於對自製儀器的。

在我們所寫的大部分實驗和觀察中貫穿着一條新的紅線，它是我們工作的基本原則。

我們課外實驗作業教學法的實質就是創造性地研究物理。

我們教學法的第二個要素就是簡單。

舉例來說明。

假設，我們要證明液體的蒸發速度和自由表面的關係。

這個問題，相信在所有學校裏通常都是用口頭來講解的。而我們竟提出了這樣的實驗：

把試管裝滿水，然後把水倒在碟子上。再把試管裝滿水，並且把它和碟子一同放在平穩的地方（例如放在櫃檯上）。

記下實驗開始的日期，學生‘等待’着什麼時候水從試管裏蒸發掉，什麼時候水從碟子裏蒸發掉。

想一想，完成這個實驗和它所需要的裝備（試管和水）是多麼

簡單，而它的結果又是多麼有效。

摘錄一段第一〇三中學學生維克多（1945年）關於這個實驗的報告如下：

‘從試管裏倒在面積是 $80[\text{厘米}]^2$ 的碟子裏的水蒸發了 30 小時，而水從這支試管（直徑 11 毫米，高 90 毫米）裏蒸發了 225 晝夜或 5400 小時（從 1945 年 1 月 30 日到 1945 年 9 月 12 日）才蒸發完。這樣，水從試管裏蒸發的時間比從碟子裏蒸發的時間長 180 倍。’

最後應該指出，我們向學生提出的全部作業可以分成下面四類：

1. 向全班提出的作業；
2. 向個別學生提出的作業；
3. 個人的作業；
4. 小組的作業。

向全班提出的作業，是對於每個（任何）學生來說都沒有特殊困難的。

向個別學生提出的作業，是全班學生不能一下子都參加的，能參加的只是某些學生。

例如，需要用可以隨身攜帶的熱水瓶來做實驗，或用測微器來進行量度，或在家裏用氣壓計（無液氣壓計）長時期地觀察大氣壓強等。

在進行這些作業時可以最初只讓某些家裏有指定的儀器的學生參加。

個別學生根據我們佈置的作業得到的觀察結果通常會成為全班的財富。甚至有時學生主動地把自己做實驗用的儀器轉讓給另外的學生，以便進行同樣的或另外的作業。