

中學物理教學的改進

教育資料叢刊

方 嗣 權 譯

教育資料叢刊

中學物理教學的改進

人民教育出版社出版

教育資料
叢刊 中學物理教學的改進

ОБ УЛУЧШЕНИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

譯 者： 方 嗣 權

出版者： 人 民 教 育 出 版 社
(營業許可證出字第二號)

印刷者： (見 正 文 最 後 頁)

發行者： 新 華 書 店

書號：參0071

1953年5月原 版

字數：33,300

1953年8月北京第一次印刷

1—20,000

定價 1,600 元

這篇教學方法指示文件是俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育科學院通訊院士加拉寧 (Д. Д. Галагин) 和教學研究所研究員尤斯柯維奇 (В. Ф. Юськович) 合寫的，經俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育部學校教育司准批付印的。



**ОБ УЛУЧШЕНИИ
ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПИСЬМО
УЧПЕДГИЗ * 1951**

本書根據俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育部
教育書籍出版局一九五一年俄文版翻印

緒言

蘇維埃學校物理教師的任務是很重大的。他應當用物理學的基本知識和技能來武裝蘇維埃青年，這個技能就是在與資本主義的殘餘作鬥爭中，在從社會主義過渡到共產主義的時期中的實際活動裏，能夠自覺地運用這些知識。這個任務總是隨着我國的社會主義建設的每一進展而逐步加強的。

在最近的幾十年內，物理學作為自然科學和現代技術基礎的指導科學，它的意義異常地提高起來。物理學的這個意義已被它在前半世紀的發展中所取得的非常成就所肯定了。陰極射綫的發現，電子的電荷和質量的測定，原子嬗變的發現，原子核結構的研究，電子和其他基本粒子的波動性的發現，各種帶電的和不帶電的基本粒子的發現，釋放原子核內的能量的實現。物理學創製了許多完全新的研究工具：電子顯微鏡，循環加速器，電子加速器，標記原子的方法等等。這些還不能完全包括那些從十九世紀末開始的使物理學豐富起來的各種成就。所有這些發現很快的在人類活動的各個領域內發生了反響。化學和天文學，生物學和醫學，技術和軍事科學的各種部門，都借用了和利用了物理學的研究方法或它的豐富的結果。

物理學的發展對於技術的影響是特別巨大的和顯著的。技術很順利地掌握了噴氣式發動機，並製成了速度很高的噴氣式飛機。雷達得到了各種各樣的和有時是出乎意外的應用。利用直流電在千里長途上輸送電能正在計劃着和實現着。

物理學對於其他的科學和技術領域的這種影響是由物理學自己的特徵所決定的。物理現象是許多別的較複雜的過程的基礎。物理學是研究自然界、技術上和日常生活中所遇見的很多現象的最簡單和最普通的性質的一種科學。物理學的知識是一切自然科學和現代技術各部門所必需的。

由此可見，現在對中學物理教學提出了更高的要求，就是很明顯的了。對教師來說，這就是要求他們找到提高物理教學水平的途徑和方法，這是一個很不容易的任務。我們必須同時提高教學和教育的思想理論水平，鞏固學校的物理教學的物質基礎，使學生在學習中的獨立工作積極起來，毫不減弱地培養他們將來在社會主義建設中的實際工作能力。

多數教師的經驗指明所有這些任務能夠完全實現。先進的教師在意識到物理學對於我國的技術、工業和文化的發展所有的巨大意義時，在理解這門學科對於學生的教育作用時，就堅決地克服一切妨碍提高學校物理教學水平的困難。

一 物理教學和學生的物理知識的一般特徵

俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育科學院教學法研究所物理教學法研究室，在最近五年期間，對物理教學和學生在這門功課內的知識水平進行了系統的研究。這個研究曾使用了各種方法：看課，舉行測驗，對學生個別地進行專題談話，檢查畢業考試和升學考試。曾經派出檢查隊到哥爾可夫、斯維爾德洛夫、雅羅斯拉夫和莫斯科等省的學校進行研究，並曾到莫斯科等城市的許多學校進行重點視察。許多省區的教師進修學院也作了類似的工作。最後，又精密地研究、分析和總結

了高等學校的入學考試的結果。

所收集到的和整理過的材料指出在俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國的学校裏物理教學是在不斷改進着。首先應該指出的是對學生的教學和教育思想政治水平的提高。

在戰後時期，物理教學的基本成績就是在於大多數學校力求達到先進學校的水平。為高度教學質量而奮鬥已成為普遍的現象了。

在俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國的大多數學校裏，物理教師力求使學生得到物理現象的具體觀念以及為此而運用了演示實驗。但是，不管大綱的堅決要求，學生實驗還是作得很稀少的。常常有的教師只作簡單的演示實驗，而把不多的學生實驗（主要是應付考試所必須的實驗）放在很遲的時間和在課外的時間來完成。

在中學物理的實際教學中已開始運用參觀，雖然還只有不多的學校進行了這一工作。沃羅涅什省的雪米陸克學校的學生參觀了聯結當地耐火磚廠及其開採原料鑿石坑的吊籠式鐵橋。同一學校的七年級和十年級學生參觀了一次工廠，在參觀中他們認識了祖國生產的新式的蒸氣鍋爐。沃洛果達省的村鎮學校也曾參觀過牛奶場，使畢業班學生認識牛奶業和冷藏業中電力的應用。在斯維爾德洛夫省和羅斯托夫省的學校也可舉出同樣的例子。在每一省每一城市和每一區域都可以找出男女青年學得了鞏固的物理知識的學校，在那裏總是認真地和切實地給學生介紹祖國學者和設計師的最重要的發現和發明，在那裏青年學生對物理學的研究總是與實際問題有不可分的聯系。

莫斯科、哥爾可夫、斯維爾德洛夫、伊爾庫茨、雅羅斯拉夫、契卡洛夫等省的許多城鄉學校的學生能夠正確地說明物理現象，能重作這個或那個實驗並加以解釋。

但是，由於課程中的實驗例証不足，學生實驗的缺乏或不按時進行，還由於物理教學法的缺點，致使一大部分學生的物理知識還是形式主義的，他們僅僅是記述和背誦書本中的定義。

學生的答案顯露出在他們的知識中有許多重大的缺點，他們難於分辨物理現象。需要討論和推論的問答題比計算題回答得更壞。

對於習題「爲什麼向熱茶吹氣可以使它很快地變冷？」七年級學生只有百分之十七作出了正確的回答。只有不多的學生才能判定茶的冷卻與蒸發過程相關。

關於電磁學的習題，七年級和十年級學生都感到困難。學生在學習這部分時，用功地背誦了決定電流方向和通電導體在磁場內的運動方向的各個定則，他們知道螺旋定則，知道左手定則和右手定則，然而在實際上運用這些定則時，大多數學生却感到困難了。

常常可以看到學生所畫的圖畫得很壞，也可以看到學生缺乏用圖解法來表示函數關係的能力。特別時常發現在學生的知識裏缺少清楚的和正確的物理概念。例如在解答熱學部分的問題時，七年級的學生常把熱量和溫度的概念及其測定法混淆起來。極容易發現他們對於物理規律的理解是模糊的。把磁極的相互作用和電荷的相互作用攪混了等等。

學生在基本概念和最重要的規律上的錯誤和混亂是教師教學法上有缺點的結果。教師只管讓學生記憶，而不管系統地發展他們的思維，在上課時對現成的結論只進行了教條式的介紹，結果，學生們很用功地「背熟」了各種教材，但却缺乏充分的思考與理解。在許多情形裏，類似的錯誤是由於物理教學的科學理論水平很低的結果。讓我們以法拉第的電解定律的教學爲例來說明這一點。我們要學生說明這個定律在電子論、在決定單價離子的電荷中的意義，很多學生表示沒有能力答覆這

個問題。所有的回答多半只是指出了電解的實際應用——電鍍、電鑄和電冶。十年級學生知道了電解的應用，那當然是很好的。但是，沒有一個答案能指出法拉第定律是歷史上認識電荷的可分性的第一步。在十個省和莫斯科的各個學校裏對這問題所作的答案只有百分之十二是正確的。

我們不能不注意高等學校招生委員會發出的警告。警告中指出很多中學畢業生對於牛頓定律不了解。關於第三運動定律只能舉出靜力學中的例子。功和能的概念被解釋得過於簡略。功的概念被大多數學生當作力和路程的乘積。多數畢業學生對勢能的概念只聯系到重物從地面上舉起。在敘述物理量度的單位中，在敘述各種單位制度中和敘述各種物理量的量綱中發現了特別多的錯誤。力矩的概念只聯系到槓桿。

在考試裏在熱學與分子物理學的問題中也發現了不少的錯誤。發現了學生不會應用熱平衡方程式來求物體的比熱和其他未知量。往往發現對於基本的氣體定律不了解，在回答分子物理學的問題中發現了特別多的錯誤。像解釋液體的沸騰和蒸發過程，凝結的條件等問題，也會使投考大學的學生感到巨大的困難。學生沒有能力對這些和類似的現象作出解釋。

在中學畢業生中，對電學和磁學的知識也有嚴重的缺點。很多學生不是從物理學方面而是從幾何學方面了解電場（了解為力的作用場所）。對於磁場的了解也是一樣的。在說明電位、電壓、電動勢、電容等概念中發現了很多的錯誤。

學生往往不能正確地解釋電流在固體和液體內的傳導。很多學生把電離不正確地解釋為在電流作用下分子的解離。在大學入學考試中也暴露了在中學裏關於電子論是沒有學好的。在解釋各種電磁現象（例如楞次定律、自感應、變壓器的作用原理）中，發現了很多很多的錯誤。在十年級期

中考試中，也發現了同樣的錯誤。大學的考試揭露了學生在振動和波動，光學等部分的知識非常不夠。當然，上述的缺點是存在於那些在考試中得到較高或較低分數的學生的知識中的。

還有學生缺乏作實驗和解答物理習題的能力和技巧。

所有這些錯誤和缺點仍然存留在學生的物理知識裏，究竟是什麼緣故呢？

在基本上，這些可歸咎於中學物理教學方法中存在缺憾，對學生的教學中思想和科學水平太低。而教學的質量和學生的知識在許多地方都決定於物理實驗室的設備。

下面我們要詳細講到的就是對於中學物理教學有決定意義的問題。

二 課堂教學方法的改進

物理教師在講課時要解決對學生的教學和教育的任務。這個任務的完成，需要把組成物理課的各種教育方式，加以用心的、有計劃的和有系統的配合。

(一) 物理教師只有把演示實驗和學生實驗當成教學的基礎時，他的教學才是真正的教學。只有這樣的教學才可引導學生形成明晰的、有內容的觀念，然後形成概念，並有可靠的基礎來發現現象間的聯系的規律。缺乏物理實驗和物理概念與理論的統一的物理教學，多半成為學生知識中的形式主義的根源。

在研究物理學中，使學生逐漸地了解物理概念和理論是客觀的自然的現象和過程在意識上的反映，是非常重要的。

在物理教學中，在對學生揭露物理現象的本質中，在建立它們的聯系和規律中，教師必須竭力避免形式主義和經驗主義。

形式主義就是表現形式脫離了科學概念和定律的內容。學生知道定律的公式，而不了解它的內容，或者不能舉出說明該定律的表現的例子。例如能寫出萬有引力定律的公式，却不能把萬有引力常數的意義和作用予以說明；能寫出焦耳、楞次定律的公式，但表現出不理解電流的功熱當量的物理意義；能導出電荷作用的庫倫定律的公式，但對公式裏的比例係數的意義却不能說明。這樣的例子可以列舉很多。

知識的形式主義的產生基本上是在於對最重要的物理現象、聯系和規律缺少用實驗的方法來論証，以及由觀察太匆促地過渡到概括，以致學生對於基本的結論和概括不完全了解。

教師必須時常想到偉大的俄羅斯學者和有經驗的教師儒可夫斯基的言論：「學生的腦筋傾向於對知識形式的理解。我從自己的教學經驗知道，他們怎樣常常呆記公式而不掌握其中的內容。如果公式很容易被某一部分學生記住，它們也會很快地從他們的記憶裏消逝；但若掌握了所研究的現象的圖象和幾何形象，它們就會永久地留在學生的頭腦裏，生活在他們的想像中。」（П. С. 劉炳森：「尼古拉依·耶哥羅維奇·儒可夫斯基傳」，第一一八——一二〇頁，一九四七年版）

教師不應忘記語言和思维的緊密聯系，因此要注意學生的發言辭、口頭敘述、對概念和定律的說明等。

對形式主義作鬥爭的基本的和最重要的方法乃是加強物理教學的實驗，加強教學的直觀性，並找出由具體的事實、現象和實驗過渡到總結、綜合，和過渡到抽象的概念和規律性的正確途徑。使

• 8 •
學生具有對理解物理知識的一貫要求乃是根除形式主義的最好的方法。這就要求在課堂裏和在家庭裏觀察各種最重要的物理現象，以及研究教科書、解答習題、閱讀科學通俗書籍、進行參觀工作等。學生把課堂上教師所講述的材料和自己在獨立作業中所學到的巧妙地融會貫通起來，就可以消除他們意識中對概念、定律和物理過程的實質的分割理解。

但是物理教師應當注意到另一方面的危險。有不少的物理教學的結果是：學生知道了大量的事實，但對它們的思索、理解不夠，不能解釋它們。這個結果是由於輕視科學理論的作用和意義得來的。在中學的高年級裏，物理學的理論的作用和意義特別地提高了。企圖使物理現象的研究和它的概括、和用更普遍的觀點去解釋事實，就必然會引到單純的經驗主義。

爲了避免這樣的結果，我們要聽從祖國的自然科學泰斗之一巴甫洛夫的忠告。

巴甫洛夫曾對青年們發表過這樣一段言論：「讓我們考察、比較並積累事實吧！無論怎樣豐美的鳥翅，如不依賴空氣，就不能高飛遠揚。事實就是科學的空氣。沒有了它（事實），你怎樣也不能飛騰起來……但是研究、實驗、觀察不要停留在事實的表面，不要變爲事實檔案的管理人。要設法洞察事實發生的祕密，堅持着追求那些管制它的規律。」（И. П. 巴甫洛夫全集，第二七頁，一九四〇年版）

不能不指出，降低物理知識的理論水平，把學生在研究物理的過程中的思惟發展估計過低，就會招致另一個有害的結果。

這就是學生對於物理現象和規律性的極簡化的和膚淺的理解，以及在學生的答案中存在着多數教條式的、沒有什麼根據的斷言。這表現在學生的答案中只寫了一些現成的公式，缺乏任何論証

和解釋，好像它們是不言自明的真理。學生不加推導就可以很熟練地寫出勻加速運動的速度和路程的公式，在繪出圖解時不作說明，只寫了薄透鏡的現成公式等。有時候學生對分子運動論、電子論以及光的理論的原理了解得很簡單。應該順便指出，能夠靈巧地發展學生思维的有經驗的教師，工作中很少有上述的缺點。這些缺點在基本上是由於不正確的教學方法所產生的。講課時缺乏直觀性，充滿了口頭的和文字的解釋，沒有充分揭露現象間的聯系和因果間的關係，沒有充分的論証就無批判地接受各種解說，所有這一切，都引到了教條主義。教師常常地斷定這是「學者的發現」，那是「學者的創造」，就會抑制學生的獨立思想。學生缺乏應有的好問求知、訓練與「挖根」的習慣，缺乏克服從觀察事實過渡到解釋時所遇到的困難，也要引到教條主義。

(二) 物理學是基本的自然科學的一種，它的研究對象是最簡單而又最普遍的物質運動形式。在很多世紀的時期裏，物理科學的內容得到了不斷的改變、豐富和革新。這些改變在基本上是在社會實際需要的影響下發生的。物理學的研究方法也隨着改變。在現在物理學無論在內容方面和在研究探討方法上都是非常豐富的。從這個最豐富的知識寶庫中，物理學當作一門科學來說，它只選取了基本的和最容易理解的材料。物理教學大綱規定了教材的範圍和在學校內研究教材的次序。在教科書裏用學生容易理解的形式敘述了這些教材的內容。

正確組織的物理教學要求具有合理組成的教學大綱和高度質量的教科書。但教學過程的基本動力還是在教師自己。適當的科學的、哲學的、方法論的修養使教師能夠對教學大綱有正確的了解和達到高度的教學質量，這一點也決定了學生知識的質量。

講述物理教學大綱教材的科學性是解決學校的教育任務的必要條件；它要求傳授學生的是關

於在自然界、在技術界和在日常生活中的物理現象的完全可靠的知識。這些知識使學生能夠了解所觀察的物理現象的過程。使學生認識被用於物理研究中的科學方法也是很重要的。在教學過程中，教師應當隨時注意到現代科學和技術成就的水平。

教師應當仔細地計劃、備課並進行講課。備課首先要注意講課內容應有適當的規定。要把在上課時要作的一切實驗預先準備和檢查——像教師應有的那樣認真關心。

其次必須考慮課程的組織——依次地、邏輯上正確地揭露在備課的第一階段所規定的那些課題的內容。

講課應當是完好的、與前後相聯系的教學環節。教學過程在某種意義上說來很像上樓梯一樣。每一課應是一個新的階梯。

物理實驗室的設備、教師的經驗和學生的個別特徵必然要對講課的進行產生影響。

此外，教師應當利用一切這一學科所提供的可能性，來奠定學生的辯証唯物主義世界觀的基礎，培養學生具有蘇維埃愛國主義精神和蘇維埃國家自豪感。在這裏應當特別注意宣揚祖國的科學、技術和社會主義建設的成效和成績。

思想教育的任務、系統和方法將在下一章裏詳細討論，在這裏要指出的是：很顯然，這個任務艱巨的工作只有在教學過程中才能有效地實現。教學的思想方針和教學的布爾什維克黨性，在思想教育中表現出來。

教學結果不僅依靠教師怎樣做，而且依靠學生怎樣學。教師常常不注意有如所表演的那些實驗是不是所有的學生都能看清楚這一類的問題。學生在教學過程中不應是被動的，而應當觀察、思

考並作必要的操作。教師應當考慮到這一點來設計自己的工作。教師的任務就是在於合理地指導全體學生的發展，力求他們對於教材、物理現象和過程有明確的理解。這是和解決使學生形成物理學的觀念和概念的問題有密切聯系的。

解決這個問題當然要考慮到教學過程中的特點，但它的方法論的基礎是根據列寧的原理：「由活的直覺到抽象的思維，再由思維到實踐——這便是認識真理、認識客觀現實的辯證的途徑。」（列寧：『哲學筆記』，第一四六——一四七頁，一九四七年版）

列寧的認識真理的途徑的公式，無論在歷史的發展中或用於教學上，都不應了解為在認識中存在着有一定順序的可分開來的「三個階段」。在教學的各個階段中，都可以包括現代的和歷史上的各種各樣的實踐。

在同樣情況下對同一現象的觀察可以揭露自然界存在客觀的因果性和規律性。

甚至在六、七年級裏，不能僅限制於觀察個別的零散的實驗。必須以一定的順序由觀察轉到找出越來越多的現象的一般的和本質上的特徵。學生藉此鍛鍊抽象思維的能力，並得到改正觀念、概念和理論中的錯誤的可能性，這些觀念、概念和理論是客觀世界的正確的反映。

在這個認識途徑上的困難是在於如何才能由對物理現象的感性的感覺過渡到抽象的解釋。在感覺和思維之間不僅有聯系和統一，而且有質的區別。

在教學過程中上述的困難要用仔細選擇實驗的辦法來克服，這些實驗給予那些正確提出的依次排列的問題以解答。然後再作出令人信服的和証據確鑿的推斷和結論，建立因果間的聯系。作新的實驗來証實所作的假設的正確性。

當然，在各個年級和各個課題裏的作法是不相同的。讓我們來研究幾個具體的例子。在六年級學過物體的慣性的概念以後，就學習「摩擦」。

在復習物體的勻速直線運動現象之後，教師要對學生提出一些問題。

談話可能依下述的方式進行。

教師：現在，你們已知道了重要的自然定律——慣性定律，但是你們可能會發生這樣一些疑問：「騎自行車的人在平滑的路上如果停腳不踏，車為什麼會停止？」「為什麼冰球在平滑的冰上自己停止？」「為什麼汽車和火車在停止發動機後就會停止？」

學生對於這些或類似的問題給出或許不十分正確的答案。教師的任務就是在於引導學生得到如下的結論，在這些例子裏，物體停止的原因就是摩擦。

新的問題又發生了：能不能根據實驗來確定物體間具有摩擦？能不能量度摩擦力的大小？用研究摩擦的條件的學生並進式實驗，可以給這些問題以令人信服的回答。

分給學生一些事先準備好的小木條和測力計。用測力計把小木條懸起，稱得它的重量，再用測力計在桌上勻速地拉動木條，於是學生就會得到這樣的結論：（1）在木條和桌面間的摩擦力小於木條的重量；（2）摩擦力隨木條的重量而增加（為要得到這個結論，可在木條上加以一〇〇或二〇〇克重的物體再行拉動它）。

在下次講課時，要研究改變摩擦的條件，並向學生提出這樣的問題：「你們曾經觀察到怎樣減少摩擦嗎？」

學生所提出的意見要再用實驗來驗證。

在滑動和滾動的場合下做定量度摩擦力的實驗，以及把操作面塗油再實驗以及學生就可以把研究摩擦的結果作一個總結。得到這樣結論：「在塗了油的操作面上的摩擦力比在沒塗油的面上的小；滾動時的摩擦力比滑動時的摩擦力小。」

在結束時，教師要講述關於球軸承在機器上的應用的重大意義，還要說明蘇維埃工廠製造千百萬個球軸承，供給汽車、農業機器和機床的需要。

作為另一個例子，我們可以舉出七年級所學習的課題「直流電動機的作用原理」。在前幾次講課中，學生已經知道了通電流的導體在磁場內的運動。他們已經相信電流的電能變為運動的機械能的可能性。對學生提出新的問題：「能否迫使通電流的導體在磁場內不停的運動？」

用通過電流的線圈在磁場內的轉動作一實驗。把作用在線圈每一邊的方向詳細地指明出來，還要指明，線圈的邊先要轉動，而後停止。然後，就可以提出整流子的名稱和它的構造，它在必要的時候改變電流的方向。在說明線圈的轉動後，再說明技術上應用的電動機的作用（例如電扇上的電動機）。

在得出電能總是可以變為機械能的可能性這一普遍結論之後，向學生介紹在實際上應用電動機的第一名學者是俄羅斯的院士雅可比。早在一八三七年，雅可比在致彼得堡科學院院長的信內，曾寫出他要致力於改進電動機的事業的願望。

那封信是用雅可比院士的願望來結束的。祖國「……是不會失掉光榮的，如果涅瓦河比泰晤士河或台伯河較早用磁力發動機的船隻蓋滿了」（B·B·達尼列夫斯基：「俄羅斯的技術」，第三四七頁，一九四八年版）。