

中等教育輔導叢書

怎樣教物理

王成椿編著

正中書局印行

中等教育輔導叢書

怎樣教物理

王成椿編著

正中書局印行



版權所有

翻印必究

中華民國四十四年六月臺初版
中華民國七十一年三月臺六版

中等教育 怎樣教物理
輔導叢書

全一冊 基本定價 三角

(外埠酌加運費滙費)

主 編 者	臺灣省立中等教育輔導委員會 師範大學		
編 著 者	王	成	椿
發 行 人	蔣	廉	儒
發 行 印 刷	正	中	書 局

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號(3724)維
(500)

正 中 書 局

CHENG CHUNG BOOK COMPANY

地址：中華民國臺灣臺北市衡陽路二十號
 Address: 20 Heng Yang Road Taipei., Taiwan, Republic of China
 經理室電話：3821145 編審部電話：3821147
 業務部電話：3821153 門市部電話：3822214
 郵政劃撥：九九一四號

海 外 總 經 銷

OVERSEAS AGENCIES

香港總經銷：集成圖書公司
 總辦事處：香港九龍油蔴地北海街七號
 電話：3-886172-4

日本總經銷：海風書店
 地址：東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地
 電話：291-4345

東海書店
 地址：京都市左京區田中門前町九八番地
 電話：791-6592

泰國總經銷：集成圖書公司
 地址：泰國曼谷耀華力路233號

美國總經銷：華強圖書公司
 Address: 41 Division St., New York, N.Y. 10002 U.S.A.

歐洲總經銷：英華圖書公司
 Address: 14 Gerrard Street London W.L. England

加拿大總經銷：嘉華圖書公司
 Address: China Court, Suite 212, 208 Spadina Avenue Toronto
 Ontario, CANADA M5T 2C2

中等教育輔導叢書編輯旨趣

本會之成立旨在協助各方共謀中等教育之改進，達成此項任務之方法，簡略言之，一曰研究，二曰服務，而編輯工作殆爲此兩大工作之一種綜合表現。目今各中等學校行政及教學方面參考讀物極爲缺乏，縱有少數出版書刊每多不適合實際需求。本會有鑒于此，遂有編輯本叢書之舉，每書以不逾三萬字爲原則，分別討論行政及各科教學實際問題，非僅注意理論之應用，尤重優良方法之介紹，各專家學者本其多年潛心研究之結果及服務中等學校之寶貴經驗爲本叢書執筆編撰，而正中書局一本服務教育文化熱忱，不計盈虧，慨允發行，其對中等教育輔導事業之協助與供獻，是又吾人所應銘感者也。

沈亦珍於
台灣省立師範學院
中等教育輔導委員會

怎樣教物理

目 次

第一章 導言.....	1
第二章 物理學的意義與價值.....	3
一、物理學的意義	
二、物理學的方法	
三、物理學的價值及其在自然科學中的地位	
第三章 物理學教師應有的觀點.....	8
一、教師的態度	
二、教學的目的	
三、指導原則	
第四章 物理學的基本原理.....	10
一、常識觀念與物理原理	
二、物理教學應以直覺觀念及常見事實為起點	
三、符號與原理	
四、直覺觀念的說明	
第五章 物理教學法.....	14
一、目前一般中等學校物理教學的困難	
二、關於教科書	
三、課室討論	

四、實驗室的效用

五、實驗室教學的方法

六、擬定實驗教程的原則

七、圖書室的工作

八、物理學史的重要

九、視聽教育與物理教學

第六章 物理教學的設備.....24

一、一般中等學校的設備

二、自製儀器

三、常用儀器

四、罕用及價昂的儀器

五、參觀其他廠所設備

第七章 作業處理.....28

一、作業的重要性

二、指定原則

三、評閱與處理

第八章 教學成績考查.....33

一、考試的目的

二、考查的方式

三、考試的客觀性、正確性與可靠性

四、考查物理成績的方式

五、評分法

第一章 導言

中學物理的教學問題，多年來即為執教的科學教師們所爭辯不休，各個人均有其自身一套的見解，所謂仁者見仁，智者見智，衆論紛紜，莫衷一是。平心而論，年來各大專學校的物理試題不為太難，但成績却未臻理想。一般中學生對於物理大都不感興趣。究其原因，一方面由於設備欠缺，圖書陳舊，一方面也因爲物理教學法未能盡善。

各種學科的性質不同，所採取的教學法自亦不宜盡同。有些只須學生對於科目內容能夠明瞭，有些須使學生對於所以然的道理能夠了解。因此對於教材的組織實有研究之必要。物理學係與生活經驗關連最切的一門學科，如能巧妙的把握重點，適當的配合實際，很容易達到教學目的。惜一部分物理教師過份注重「論理組織法 The logical Form of Organization」。或盡量填塞智識，或逐條講述定理，把活生生的材料死板化，而忽略興趣原則的「心理組織法 Psychological Organization」。

根據筆者歷年來在大中學校講授物理的經驗，認為物理教材應兼採論理的組織與心理的組織，即「教育的組織法 Pedagogical Organization」。如此不但重視教材本身的次序，且顧到學習心理的因素。在內容上由簡而繁，達到灌輸知識的目

的；在心理上由呆板而生動，培植學生學習的興趣。此外筆者認為教師應站在客觀的立場，採納學生的意見，因材施教，方不致有脫節現象。希望各中學物理教師對此問題共同研討，以謀改進教學，使我國自然科學能有更進一步的發展。

第二章 物理學的意義與價值

一、物理學的意義

在一般人的心目中，多以為物理學是一門惹厭而艱深的學科，其所以受人重視，完全是由於牠在工業上的應用與技藝上的成就；換言之，物理學在羣衆中的令譽，是基於牠對近代物質文明的影響。我們不能否認物理學實用價值的偉大，但是，像其他的專門科學一樣，物理學家焚膏繼晷窮年矻矻的目的並不全在實用，他的根本動機是想獲取對自然界的瞭解——客觀的認識，以求發現真理，而達到靈智的滿足。

我們且就科學的發展作一簡單的說明。遠古的人類對他們的環境充滿好奇與恐懼，經過觀察、紀錄、思索種種努力，使他們逐漸擺脫對所謂「超自然力」的盲目崇拜，而走上科學的大道。科學的誕生大約是在紀元前兩千多年，最初的目的不外是解決一些耕作丈量及安全等實用問題，真正的進步開始於希臘文明的鼎盛時期。這一階段中的偉大人物有泰理斯(Thales)、畢達可拉斯(Pythagoras)、拍拉圖(Plato)、亞理士多德(Aristotle)、亞几米德(Archimedes)等；其中亞理士多德的影響是多方面的，並且持續了兩千多年，他最大的貢獻是倡導演繹的推理法——從特殊的事實出發，推取普遍的結論。可是用現代

的眼光看來，希臘哲人中，只有亞几米德可以稱為科學家。他發現了槓桿定律，浮體原理，並付之實用。同時，他是歷史上第一個用數學描寫自然現象的人。

羅馬人對科學的發展沒有什麼貢獻，至多是造了一些大圖書館收藏希臘文明的果實。紀元後五百年，羅馬帝國解體，科學的傳統在阿拉伯人手中得以維繫不墜。其後經黑暗時代而到文藝復興，這樣長的歷史中，只有兩個人值得一提，一個是托來密(C. Ptolemy)，另外一個是阿拉伯人亞爾賀贊(Alhazen)。文藝復興是人類史上，特別是科學史上值得大書特書的時期，可白尼(Copernicus)、開普勒(Kepler)、加利略(Galileo)、牛頓(Newton)，把科學從亞理士多德的玄學與中世紀的經院哲學中解放出來，置於觀察與實驗的基礎上。

從這發展過程中，我們可以得到一個印象，就是科學與物理學在古代實在是同一種學問，降及近世，才各自分門別類獨立發展。同時，知道科學的起源，雖自實用問題出發，而進步到相當程度以後，遂變為有組織的學問，着重於純理的探討。物理學更是如此。

二、物理學的方法

研究一個物理學上的問題，須有嚴密的方法，同時要顧及問題的性質與所處地域的關係；但一般的說，研究物理問題的主要步驟不外以下各點：

1. 事實的選擇與簡化——選擇一批與問題有關的現象，在特定時間內加以密切的注意。
2. 小心記錄觀察的結果。
3. 將記錄予以分析、組織並推廣。
4. 提出假設或理論，以包容所有的分析結果。
5. 從理論中推斷或預示新事實與新現象。
6. 用實驗確定推斷的真妄，並分辨各種理論的優劣。

第一步是爲了確定問題的範圍，節省時間與精力。法國大數學家物理學家樸因開雷說過：「如果人的生命能無限持續，最妥善的方法不外是觀察、觀察再觀察而已」。

第二步是近代科學的特點。科學研究的真義，是尋求現象「如何」發生。但在物理學的研究上，單單觀察是不夠的，有時須要一種人爲的環境，在精細的控制下進行觀察，這就是實驗。實驗時應儘量避免不能完全掌握的因子導入。加利略在研究落體運動時，用一質量很大的球，以減少空氣阻力的影響，就是一個很好的例證。

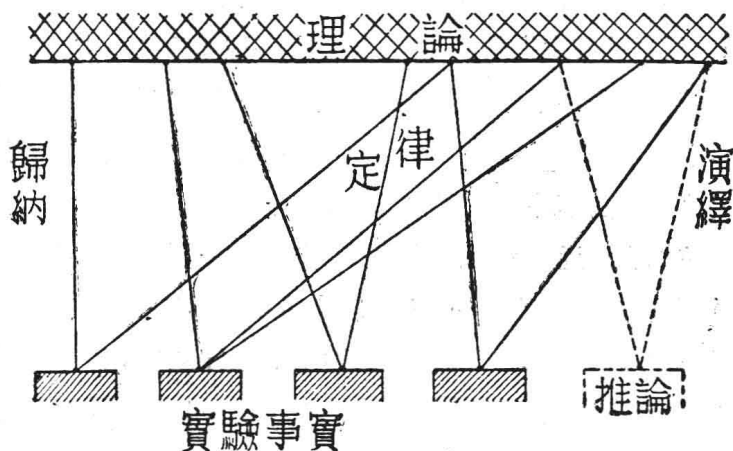
如果只有觀察、紀錄，則物理學實無意義，充其量不過是一部大百科全書，所以要有第三步，由分析而得的普遍原則可使以後的研究省去許多麻煩。例如「宇宙的總能爲一常數」是一條普遍原則，則任何與此相背的理論都不必再加考慮了。

最後兩步是檢討理論的真妄以決定取捨。如果推論的結

果與以往已經確立的原理不符，則須再檢視實驗或觀察時的條件。若數個理論都能圓滿的解釋各種現象，我們應當選取最簡單的一個。

物理學的方法可圖示如下：

圖中實線表示歸納，虛線表示演繹。



三、物理學的價值及其在自然科學中之地位

物理學的飛躍進展給予近代人類的影響是無法估計的。從實用方面說，牠提高了人類的生活水準。娛樂享受，像火車、汽車、飛機、輪船、電話、電報、無線電、電影、電冰箱、電子學上的各種發明以及原子能時代的偉大遠景。從文化方面說，物理學縮短了空間距離，促進人類的相互瞭解，給予人類一種開物

成務並進而控制自然的有效武器，加強了人類對未來前途的希望與信心，甚至強迫人類把以往的各種價值觀念從新估價。這一切都是有目共睹，不容否認的。物理學的教育價值更是深遠廣大，學生研讀物理學的結果，可以養成研究自然的習慣，獲得有用的智識，尤其大物理學家的言行，所給予的鼓勵與感化，影響甚大。又因經常解決各種物理問題，遂曉得如何運用規律的思想方法。因熟習有組織的學問，進而引起哲學及科學的見地，並了解自然系統中的統一、配合、條理與經濟。

但是物理學在自然科學中的地位如何呢？如果我們不把數學包在自然科學的範疇之內，物理學可算是自然科學各部門中發展最完備，體系最謹嚴，亦即成就最偉大的一科。德國大數學家高斯（Gauss）說：「數學是科學的女王」。如果數學沒有物理學的支持，女王不僅會無用武之地，甚至連個空頭銜都可能撈不到手。舉個簡單的例說，如果沒有熱傳導問題，就不會有富利葉級數（Fourier's Series），沒有富利葉級數，就不可能有近代的實變數函數論。這樣的實例，比比皆是，不勝枚舉。其他像化學、生物學、天文學、近代醫學、地質學、工程建築等等都以物理學為基礎。難怪愛因斯坦的得意高足茵非爾（Infeld）要說：物理學像是一張思想之網，籠罩了人類的全部活動。

第三章 物理學教師應有的觀點

一、教師的態度

要想把物理學教好，施教的人除應首先澈底瞭解物理學的內容、方法與歷史外，更需要一種態度，一種信心，不把教物理看作職業、飯碗，而從更廣闊的着眼點看待自己的任務。因為近世教育的需要與從前不同，單單講解定律原理，佐以幾個實驗或表演，絕不能算充分完成了啓發後學的責任。

二、教學的目的

物理教學有下列幾種目的：

1. 使學生能大略窺見物理學的意義與價值。
2. 使學生獲得分析追索的科學精神。
3. 依照學生年齡、腦力及訓練之程度，使之分別瞭解思維與研究之方法，這種方法應為任何科學工作者或多用心思的人所共有，而不是僅使學生瞭然物理學上的某種專門技術。

抱着這種目的進行，才能增進學生的興趣與效率，才有完全的價值。我們知道中學畢業生，以研究物理作終身職業的人為數不多，假若他們能獲得良好的訓練，則不論是現在、將來，在一生當中，凡是碰到困難問題，都能用科學的態度應付，用

科學的方法解決，而不致束手無策了。

三、指導原則

物理教學的目的既如上述，就筆者多年來的教學經驗與閱讀心得，尚有幾條指導原則分述如下：

1. 單讓學生記公式、背定理，等於造就一批「書獃」，與科學精神科學方法完全相反。
2. 實驗課程在幫助學生記憶事實及練習手續，不能有效的鼓勵獨立思想與愛好研究的心情。
3. 真正的科學精神，是從追求真理的欲望中發生的，要使學生得到有效的科學訓練，最好使他們學到的東西能用以求取他想獲得的結果。
4. 科學方法就是一種解決問題的方法，這些問題或與實用相連結，或與精神的滿足有關係，要使學生能純熟的運用這些方法，應該先交給他一些問題，然後再指導他們利用科學方法以解決這些問題。

第四章 物理學的基本原理

一、常識觀念與物理原理

近代人類與物質及工業器具接觸甚多，於是產生一種常識觀念。久而久之，這種常識觀念與所發生之物理事實，常不相符、乃生出許多問題。此類問題，再經過專家們的研究、思索後，漸漸歸納出許多物理原理。像槓桿原理，浮體原理，熱之傳導，光之反射，歐姆定律等。它們都是以極簡單明確的條文或公式，來表達某種事實與某種事實之關係，無論時間與空間有多大的差別，這項關係是不變的。所以引用它，我們可以節省許多腦力。

二、物理教學應以直覺觀念及常見事實為起點

物理教學最忌諱的是「背死書式的報道」，使學生像背國文般的把「牛頓三大定律」「萬有引力定律」「歐姆定律」一字不苟的朗朗讀出，於是教員即視其生熟程度，給一個分數。這種教學法，為五十年前的冬烘先生令學生背「三字經」時所採用，今日的國文教學已積極改進到多講少背的階段，何況科學呢？一條定律，教師如能想盡方法，使學生澈底了解後，不必背誦，自然會銘記腦中，並可觸類旁通，得舉一反三之效。

所以講授物理原理時，最好從簡至繁，將與學生生活有關

的現象提出討論，當學生覺得所發生之事實，與直覺經驗不符合時，必產生許多疑問，因而學習興趣大增，教師乃抓住這個機會，把整個的原理灌輸進去。例如在講相對運動前，可先敘述人騎自行車時，無論逆風或順風（風速不大）總覺風自對面吹來。學生中定有不少人會體會到這一點，那麼再解釋原理，他們不但容易聽懂，而且津津有味。

三符號與原理

在物理學上無論文字、定義、定律、原理，都可以符號來表示。要想使一門學科系統化、簡單化，我們必須確立一套符號制度，用它來代表一套思想，或一組文字。這樣可以節省腦力，便於記憶，最重要的是容易推廣。同時，欲使數學應用到各門科學上，更必須借重符號作媒介，否則不但數學不能發展，而且不能應用於其他部門。以致各個學科間壁壘高築，不能互相融會貫通。

符號對於科學既有這麼大的功用，講授物理時就首先要學生澈底了解符號的價值，然後逐步講解「符號」與「文字」的關係，務必使他們達到「文字」「符號」合而為一的程度。譬如提到 $I = \frac{E}{R}$ 立即會聯想到「電壓」「電流」「電阻」間相互之關係。

四、直覺觀念之說明

前面我們說教物理應從直覺觀念入手，這種觀念很難加以論理上的區分，同時何種為主要，何種為次要，也很難評定。