

第四章 發現與討論

25-14

第一節 教科書的編寫體例架構

壹、要點概述

大陸三冊高中物理教科書(第一、第二冊必修,第三冊選修)的編寫架構均大致相同。每冊約八--九章,章下分小節,每章之小節數不定,約在四至十三小節之間,視內容、性質而定。全書之編寫架構可概述如下:

1. 課文

每一節中的課文大多先用粗體字標示主題(topics)、名詞或概念,然後再對相關的知識、概念、作敘述性的介紹說明。必要時有附圖說明,幫助學生了解課文。

2. 練習

每一小節或數個小節之後有練習題,其性質屬於復習性。題型則為問答、選擇、代公式計算、作圖等均有。

3. 閱讀材料

有的小節中附有閱讀材料,其功能為:

- (1) 擴大學生的視野,了解與課文內容相關之科技發展
- (2) 了解相關知識的歷史性背景

4. 例題

有的小節中附有例題,例題有詳細的解題說明,目的在介

紹解題方法、技巧。

5. 小實驗(或小製作)

在適當的地方編有小實驗，其性質是讓學生在家裡、課外，運用日常用品很容易進行的觀察活動。能發揮的功能為：

(1)引起學生的學習興趣

(2)產生學習動機

6. 各章小結(summary)

第三冊選修在每章之末列有「本章小結」，將該章要點摘要敘述

7. 復習題

第一、二冊每章之末編有復習題，型式大多為問答題型式，其性質仍為復習性。可發揮使學生重新自行整理教材內容的功能。

8. 習題

第一、二、三冊每章之末均列有習題，題型為計算、問答、綜合型題目。其性質屬「練習應用性」。

9. 學生實驗

集中在每冊的後面，編入學生實驗教材。不另編學生實驗課本。(但上海地區的物理實驗是另編成冊的)。

10. 課外習題

第一、二冊在學生實驗之外，編列了許多課外習題，這些題目較深，是給學有餘力的同學絞腦汁用的。

11. 選擇教材

有打星號的選擇教材，增加教學的彈性。

歷年來舊的物理課本(甲、乙種本)及上海特區新近發行的高級中學課本--物理(實驗本),其編寫體例架構均與上述的內容差不多。上海的課本不稱「練習」,稱「思考」,閱讀材料分成短篇加框及較長篇兩類以外,較值得一提的是,在每章之後所列的「本章學習要求」,其性質與各章摘要差不多,不過是以教學目標的形式表現,有點像行為目標(behavioral objectives),但行為動詞則僅有「知道」、「學會」、「理解」及「會」四種。

貳、評析

大陸物理教材的編寫體例架構,相當結構化、定型化,其中閱讀材料及小實驗為台灣物理教材所無,但它確可發揮正面的教學效果。可惜的是照片品質甚差,無法發揮培養學生研判照片的教學效果。但手繪附圖多而質佳,充分發揮輔助說明之功。習題依性質分成練習、復習題和習題三類,各自發揮其特有的功能,是其特色與優點。

參、建議

1. 台灣的教材宜增列如閱讀資料及小實驗的內容
2. 學生能夠自行閱讀課外科學讀物的態度與能力是科學教育的重要目標之一。要有效培養這一方面的能力,單單用教科書編者自行編寫的閱讀材料稍嫌不足,宜選編通俗科學雜誌及適合之專科性雜誌之內容(例如科學眼、牛頓雜誌、科學月刊、科教月刊等),將其納入教材之閱讀資料中。
3. 照片宜用高品質的印刷方式呈現,以發揮其參考價值。

第二節 教材內容的介紹方式

壹、要點概述

從教科書內容的介紹及概念的引進方式，可看出作者對物理教學方式（教學策略、教學法）的看法及對物理課程的部分基本理念。經對全套三冊各章、各節分析的結果，我們獲致下列的結論看法。物理內容的介紹方式，採用直敘解說的方式進行，其介紹的模式大致可分為下列三型：

- 一、簡述概念————→舉例說明
（直接引進或簡述歷史背景引進） （日常生活之現象與應用）
- 二、簡述概念——→ 引進公式——→舉例說明——→物理量的測量說明
- 三、用思考實驗引進——→簡述概念——→舉例說明——→例題計算
（包括情境舉例） （推理、歸納） ↘推廣應用

概念的引進以上述之一、二型居多、第三型較少。只有在第三型的介紹過程中才有由經驗、現象起頭，推導歸納以介紹概念的過程。值得注意的是，在直接引進，簡述概念的敘述中，常用到“初中學過”、“我們已經知道...”、“前一節裡，我們講過..”等銜接性的字眼。

貳、評析

作者的編輯理念是透過概念引進，說明及熟練三階段以達成使學生「知道」物理知識、概念的教學目標。

一、優點：

1. 文字敘述簡潔、概念交待清楚。就灌輸型的教學而言，是相當成功的
2. 作者了解學生在初中所學的內容、層次，並能在介紹內容時，提醒學生回憶過去所學，方便銜接。
3. 在舉例說明的階段中，含有甚多實際應用的內容，提高教材與生活的相關性。

二、缺點：

1. 直敘式的內容介紹，沒有融入教學法，更沒有教學策略的運用。沒有充分運用對學生學習前所形成的錯誤概念的了解於教學中。顯示作者對學習心理學的發展趨勢了解不夠。
2. 概念的引進大都以直接提及的方式介紹，透過經驗、現象，經推理、歸納的引進過程較少，顯示作者對課程的理念偏重科學的成果，而忽視科學的過程。這將大大影響 Procedural knowledge 方面的培養。

參、建議

1. 台灣高中物理教材的編者對國中內容的了解似不夠深入，以致在內容說明裡鮮少提醒學生複習過去所學。今後編寫時宜更加強此種銜接。
2. 台灣與大陸的教材在編寫時宜兼顧物理科學的特性（如數學模型之建立的培養）及融入適當的教學策略（如針對學生常犯的錯誤概念加以針砭）
3. 課本中照片的呈現，品質宜佳，以發揮參考並培養學生研判圖像的習慣與能力。

第三節 教材內容(講課內容)分析

壹、主題及概念架構

一、要點概述

全套書所安排的内容、主題、概念的順序架構可由其安排章、節架構看出來。詳見附錄一高中物理科教科書章節名稱。第一、二冊必修構成一個體系，第三冊選修單獨自成一個體系。就其内容、主題、觀念的選擇、安排而言，兩個體系均相當合理而傳統。這是高中物理教材經多年教學所累積經驗的結果。它與台灣高中教材最大的不同是高三僅教力學及電磁學兩部分。其他如熱學、光學、近代物理等均付闕如。原因是高一、高二物理視為通識，涵蓋面要廣，高三則純粹視為大學理工科之預備教育，注重學理基礎之紮根，故選擇力學及電磁學兩大基本領域，作較深入、集中的訓練。

二、建議

台灣高三物理講述了甚多基本粒子方面的内容(後來移到附錄)這些内容對大部分理工醫農之學生無何幫助，倒是基本内容反而缺少(如電容、科希荷夫定律...等)。宜大幅減少近代物理部分的内容，增加力學及電磁學方面的分量。

貳、教材内容分量與時數的分配

一、要點概述

教材之學科内容的分量分配、習題及實驗的分配和情意領域(affect-

tive domain) 方面的內容分配，整理於下面所列的高中物理內容分量分析表內(表 4.1、表 4.2 和表 4.3)。依據大陸現行「普通高中教學計畫」，高一、高二物理必修，每學期每週三小時，上、下兩學期，高三每學期每週四至六小時，上下兩學期。實驗時數分配，高一計九小時，高二為十一小時，高三為十至十八小時。由教學總時數及內容分量分析表，即可估出其他部分的時數分配。當然實際實施的情形，我們不得而知，想像中，地域、城鄉、重點非重點學校之間的差異必然極大。

二、評析

大陸高中不分文、理組，每位學生均須必修物理每週 12 小時 ($3 \times 2 \times 2 = 12$)，理工組學生另增加每週 8-12 小時。比之於台灣的必修每週 2 小時(高一基礎物理)及理工組學生另加之每週 12-14 小時，就理工組學生而言，差異不大(大陸為 20-24 小時，台灣為 14-16 小時)。但在不分組的必修要求上，則相差太大(大陸 12 小時，台灣 2 小時)。鑒於大陸科技，尤其是基礎科學近年來的突飛猛進，從其多年來重視基礎科學教育的教育設計，可找到脈絡緣由。

三、建議

台灣的科學教育在有心人不斷的宣傳我們的教育不重視人文教育的口號下不斷的萎縮。我們誠心的建議這些長官，專家學者客觀的正視我們課程裡，人文社會科目的時數與基礎科學科目時數之比的客觀數據。也請不要把電腦文書處理之類的内容用於侵佔基礎科學科目的時數。又數學與科學在本質、精神上也截然不同，不要以為多學了數學就可少學物理！國民科學素養的低落，尤其是握有實權的規劃者，其代價是國家現代化的延遲落後及國家、民族的前途。

表 4.1 大陸高中物理第一冊（必修）內容分量分析表

順序	各章名稱	分類					頁數	節數	圖片數	閱讀材料	小實驗	實例	練習題								***科學史	情意領域		
		力學	熱學	電磁學	光學	原子學							*問答題	計算題	判斷題	證明題	作圖題	填充題	**實作題	題數		科學態度	意識形態	
	緒論						6															✓		
一	力	✓					30	7	28		1	1	2	17	8	9		7	1	4	46			
二	物體的運動	✓					38	10	17	1	2	2	5	16	33	4		1			54	✓	✓	
三	牛頓運動定律	✓					29	8	14		1		6	18	19	2	2				41			
四	機械能	✓					19	6	8	1		1	3	11	17						28	✓		✓
五	機械振動和機械波	✓					44	15	30	1	3	1		19	20	2			1		42	✓		
六	分子運動論熱和功		✓				27	7	11	2				20	5						25	✓		✓
七	固體和液體的性質		✓				18	6	19	1	1			16							16	✓		
八	氣體的性質		✓				37	10	14	1	1	2		19	19		1				39	✓		✓
	學生實驗						15																	
	附錄：國際單位制課外習題						77																	
	總計						340	69	141	7	9	7	16	136	121	17	3	8	2	4	291			

* 說明題包含在問答題內

** 實作題有部分是綜合題

*** 課文中的閱讀材料八成是有關科學史的

表 4.2 大陸高中物理第二冊（必修）內容分量分析表

順 序	各章名稱	分 類					頁 數	節 數	圖 片 數	閱 讀 材 料	小 實 驗	實 驗	例 題	練 習 題								科 學 史	情 意 領 域				
		力 學	熱 學	電 磁 學	光 學	原 子 學								* 問 答 題	計 算 題	判 斷 題	證 明 題	作 圖 題	填 空 題	** 實 作 題	綜 合 題		題 數	科 學 態 度	意 識 形 態		
一	電場			✓			21	5	16	1	1	0	1	7	12	3	0	0	1	0	1	0	1	24	✓		✓
二	恒電流			✓			45	12	22	1	1	4	3	14	42	1	0	3	1	1	1	3	65	✓			
三	磁場			✓			19	4	15	1	1	0	0	11	3	7	0	4	0	1	0	0	26	✓			
四	電磁感應			✓			21	4	17	2	0	0	1	17	3	5	0	0	1	1	0	0	26	✓			
五	交流電			✓			25	5	21	1	1	0	0	11	15	1	0	0	0	0	0	0	27	✓		✓	
六	電磁振蕩和電磁波			✓			34	10	32	1	1	1	0	14	7	3	0	0	1	0	0	0	25	✓		✓	
七	光的反射和折射				✓		55	12	51	2	1	2	1	25	11	2	4	9	2	0	2	2	55	✓			
八	光的本性				✓		32	8	18	2	1	2	0	11	8	1	0	0	3	1	0	0	34	✓		✓	
九	原子和原子核					✓	44	10	18	3	0	0	0	19	8	3	1	0	1	0	0	0	34	✓		✓	
	總 計			6	2	1	296	70	210	14	7	9	6	129	109	26	5	16	10	4	8	8	306				

表 4.3 大陸高中物理第三冊（選修）內容分量分析表

順序	各章名稱	分類					頁數	節數	圖片數	閱讀材料	小實驗	實驗	例題	練習題							科學史	情意領域				
		力學	熱學	電磁學	光學	原子學								*問答題	計算題	判斷題	證明題	作圖題	填空題	**實作題		綜合題	題數	科學態度	意識形態	
一	牛頓運動定律	✓					39	7	22	2	1	1	6	18	12	1		2	4			37	✓	✓		
二	物體在重力作用下的運動	✓					26	5	21		2	1	2	15	12	5				1			33			
三	勻速圓周運動 萬有引力定律	✓					38	8	25	1	1	1		18	21	1	2					42			✓	
四	動量和動量守恆	✓					28	5	21	2	2	1	5	16	18	1						35	✓		✓	
五	能量和能量守恆	✓					37	7	25	1		1	5	20	22	3	1					46	✓			
六	電場			✓			49	11	52	2	2	2	5	9	24	4		1				38	✓	✓		
七	磁場			✓			29	6	27	1	1		1	16	12		2			1		31	✓		✓	
八	電磁感應			✓			23	3	29		1	1	3	21	4	2	3					30				
	總計	5		3			269	52	222	9	10	8	27	133	125	17	8	3	4	2		292				

參、各冊、各章內容分析與建議

一、第一冊

(一)第一章：力

1. 重要內容

(1)知識概念：本章介紹的知識有力的定義、重力與萬有引力、彈力、摩擦力、力的合成與分解、力矩等。重要概念有：力是物體對物體的作用、物體所受之地球引力就是重力、彈力是接觸力、力和力臂的乘積為繞轉軸的力矩。在力的合成與分解方面亦對作圖法的原理與應用有許多的講解。

(2)本章有一學生作的實驗，驗證力的合成可由作圖法來求出。

2. 評析

(1)知識概念：缺點為力的分類在說明時用詞含混，將接觸力與彈力畫上等號，未介紹摩擦力的物理原因，以繩子張力說明力的分解，稍難、說明力矩未充分解釋力的作用線。優點為文字敘述清楚，相關知識概念亦有連貫，大量引用實例幫助學生理解。

(2)習題：多半用於溫習所學過的知識與概念。

(3)科學方法：沒有對過程技能的培養與應用。

(4)實驗：目的在學作圖法而非培養技能。

(5)其他：有介紹科學原理在日常生活方面的應用，但科學對社會的影響並未介紹。

3. 建議

將本章知識概念與第二章互換順序，因為一般物理教科書多

半先說明運動，隨後引入力的概念，然而本章力的概念卻先於運動概念而出現。如此作法使學生對力與運動狀態改變的關係，無法深入了解。

(二)第二章：物體的運動

1. 重要內容：

- (1)知識概念：本章介紹的知識有運動定義、位移、速度、平均速度、瞬時速度、等速直線運動及其圖形、變速直線運動及其速度、位移與加速度、自由落體運動、曲線運動等。至於重要的概念有：平移不一定是直線運動、速度是位移與時間的比值、等變速直線運動中速度的變化和使用的時間之比值叫加速度。
- (2)科學方法：在課文中有對科學方法作一介紹，例如以實際物理問題出發，把問題予以簡化（科學抽象），此時應區分無關因素、次要因素並加以去除。
- (3)科學態度：介紹伽利略與亞里士多德對自由落體觀點不同時，特別強調伽利略進行實驗以證明亞里士多德觀點之誤，而非憑空指責。
- (4)實驗：小實驗利用自由落體原理測反應時間，學生可以操作，而規定的打點器實驗及測加速度實驗亦配合課文內容。

2. 評析：

- (1)知識概念：缺點為說明等速直線運動的圖像時缺少作圖題，未說明重力加速度變化的原因。優點為重要觀念說明清楚、加速度與速度及加速度與速度變化之關係解釋詳細，有相當多的計算的實例。

- (2)能兼顧科學方法及科學態度的培養。
- (3)習題偏重計算，較少作圖方面的題目。
- (4)實驗易作但不重過程技能的養成。

3. 建議

- (1)實驗中增加過程技能培養的設計。
- (2)速度及平均速度的說明不必涉入等速運動或變速運動，防止學生混淆。
- (3)等速圓周運動或可更改成等速率圓周運動。

(三)第三章：牛頓運動定律

1. 重要內容

- (1)知識概念：本章介紹的知識有牛頓第一定律、牛頓第二定律、動量、牛頓第三定律、力學單位制。重要概念有：物體保有原來的等速直線運動狀態或靜止狀態的性質稱慣性、質量是物體慣性大小的量度、物體運動效果要同時考慮速度與質量、相互作用的力可分成作用力與反作用力、作用力與反作用力不能互相抵消故不存在平衡與否的問題。
- (2)科學方法：在說明慣性定律時強調理想實驗的重要，並肯定從事實出發掌握主要因素的抽象思維，是科學研究的一種重要方法。教導解題時明示科學分析、解決問題的方法很重要，而解題可培養這些能力。
- (3)練習題：本章與上一章一樣有力學方面的計算，因此課文中有不少的計算例題。而章節後的練習題亦以計算型式的題型居多。

2. 評析

- (1)知識概念：缺點為介紹動量時未引入瞬時速度概念，說明單位制時未區分基本量與導出量以至於產生混淆。優點為物理原理之說明與科學史實及科學方法相配合、慣性與質量關係說明得很清楚，特別運用一些例題來幫助學生理解牛頓定律。
- (2)實驗：本章不作實驗，課文中講述牛頓第二運動定律時，僅以實驗結果的數據來佐證，有如國內的「黑板實驗」。若時間許可應設計實驗，幫助學生明瞭 $F=ma$ 原理。

3. 建議

增加牛頓力學方面的實驗

四) 第四章：機械能

1. 重要內容

- (1)知識概念：本章介紹的知識有功的定義、功率、能、動能、位能和機械能守恆。重要概念有：阻礙運動的力作負功、能有不同形式而轉換過程中總量是守恆的、物體由運動而具有的能即動能、有摩擦和介質阻力時機械能轉化中有部分轉成內能。
- (2)意識形態：本章並無明顯的意識形態，但在習題中有一題的題目是：「我國發射的第一顆人造衛星……」，可以說稍為具有政治意識形態。
- (3)練習題。題型分佈上仍以計算題居多，用途方面亦與以往相似，傾向於練習課文所學，並無其他功能。

2. 評析

- (1)知識概念：缺點為說明動能與位能時並未引入改變量的觀念、有摩擦力時機械能會轉成內能但也可以強調轉成熱能（學生

較熟悉)。優點為功與能原理的說明有許多日常生活實例，如以上坡換檔說明功率。

(2)詳細說明科學史上力與能概念的發展，有助學生對課文的理解。

3. 建議

1. 介紹動能與位能概念時，應改從變化量著眼說明不同速度、位置時有不同的動能、位能。
2. 以第二、三章介紹科學方法的内容為基礎，全書有系統的規畫納進科學方法及科學態度之培養。

(五)第五章：振動和機械波

1. 重要内容

(1)知識概念：本章介紹的知識有簡諧振動、單擺原理、簡諧振動的圖形、振動的能量、共振現象、波的定義、波的性質、聲波、聲音。重要概念有振動頻率不隨振幅而變，單擺的週期不隨振幅而改變，波是傳遞能量的一種方式，聲波靠介質傳播當介質不同時聲速不同，對人生活及工作有礙的音皆可算噪音。

(2)練習題：計算題型較多。

(3)意識形態：有許多中國古代對共鳴現象之研究與應用的文獻，有助學生對中國科學史的好奇。

2. 評析

(1)知識概念：缺點為各主題分割過細如機械波和波的圖形及波長頻率與波速區分成三節。

(2)圖片：波的圖形並不清楚，宜改進印刷。

(3)生活應用：有相當多的生活實例，尤其是列出許多共振情形並指出防災的方式，使物理知識活用。

(4)中國科學史實的介紹有其正面意義。

3. 建議

調整課文各節內容防止分割過細。

(六)第六章：分子運動論—熱和功

1. 重要內容

(1)知識概念：本章介紹的知識有物質、分子的熱運動，分子間作用力，分子的能量，物體的能量，能的轉化和守恆，能源開發與利用。重要概念有物質由大量分子組成，分子無規則運動與溫度有關，分子間有引力與斥力，物體內能與溫度和體積有關，各種形式的能可以互相轉化。

(2)科學史實：本章關於熱這概念的發展和守恆定律有相當充實的歷史資料來說明。

(3)意識形態：本章有大量的政治意識型態。於介紹能源開發時，刻意強調「解放後能源生產增長快」。於能源利用與節約部分，又強調全民節約能源的重要性。並鼓勵學生在能源科學方面多多努力以報國。

2. 評析

(1)知識概念：缺點為直接取用許多化學知識，優點為各重要概念說明的很清楚。

(2)意識型態方面比較解放前後之狀況可考慮是否有必要。時代在進步，依時進展是必然的。

3. 建議

增設示範實驗模擬分子運動。

(七)第七章：固體和液體的性質

1. 重要內容

(1)知識概念：本章介紹的知識有晶體性質、晶體內分子排列、表面張力、浸潤、毛細現象、熔解和凝固。重要概念有，晶體有規則的幾何圖形、晶體中之粒子呈現有規則的排列、分子間的引力導致表面收縮晶體與非晶體的熔解過程不同。

(2)閱讀材料：說明液晶的性質與發現。

(3)練習題：因為課文章節裡有選學，故題目中亦列出選答的記號。

2. 評析

(1)為求完滿解答表面張力、浸潤、毛細現象，以至於從晶體及分子排列說起，使得記憶性知識大量增加。全章六節中有四節屬選學部分，熔解與凝固劃入選學似屬不當。

3. 建議

熔解與凝固為常見現象不宜劃入選學。

(八)第八章 氣體的性質

1. 重要內容

(1)知識概念：本章介紹的知識有氣體的狀態、氣體的等溫變化及等容變化、溫標、理想氣體方程式、氣體液化、液體汽化、飽和汽壓、濕度等。重要概念有：一定質量的氣體其溫度、體積、壓力間的變化是互相關聯的、定溫與定質量的氣體其壓力與體積成反比、定容定質量的氣體，其溫度與壓力成正

比。

- (2)科學方法：本章討論氣體溫度、體積、壓力之間的關係，強調研究時要採取控制變因的方式以找尋規律。
- (3)實驗：本章有兩個學生實驗，其中一個是選學，另一是驗證體積和壓力之關係。
- (4)意識型態：在介紹低溫現象時，強調中國大陸在超導研究的成就已走在世界前列。

2. 評析

(1)知識概念：

介紹與過程技能相關的概念—控制變因。顯示作者有心並了解培養過程技能的重要。

3. 建議

實驗中教導科學方法而不止於文字說明而已。

二、第二冊

(一)第一章 電場

1. 重要內容

- (1)知識概念：庫倫定律、電子的電量、電場強度、電力線、電勢差、電容器、電容，和靜電的防止和應用。
- (2)科學方法：
 - a. 點電荷是一種理想化的模型：帶電體間的距離比它們的大小大得多，以致帶電體的形狀和大小對相互作用力的影響可以不計時，這樣的帶電體就可以看成是點電荷。
 - b. 電力線：電力線並不是電場裡實際存在的線，而是人們為

了使電場形象化而假想的線。

(3)意識形態：

- a. 我國在戰國末期就發現了磁鐵礦吸引鐵的現象，在東漢初年就有帶電的琥珀吸引輕小物體的文字記載。

(4)其它：

- a. 閱讀材料：靜電複印。
- b. 小實驗：靜電的產生和電力。

2. 評析：

- (1)利用點電荷與電力線的介紹提供了「理想」與「模型」的科學的方法。在學習上是很重要的。
- (2)在習題中有題目介紹了能量的單位電子伏。在練習中學新知，使做練習更有意義。
- (3)在閱讀材料中介紹了靜電複印機的原理，結構，和工作程序。學習到了物理在新的印刷技術上的應用。
- (4)靜電的產生，引起的麻煩，和防止靜電的方法，提供了與日常生活有關的知識。
- (5)電容器這一節在此地介紹，完全是獨立的一個單元好像前後都不相聯。可能是由於沒有講導體，無法發揮吧！

3. 建議

- (1)點電荷周圍的電場，除以電力線表示外，亦可考慮用定量來表示，以顯示概念，模型與數學之關係。
- (2)課文提到在第六章將學習電容器的一些應用。應可將電容器這一節放在應用之前再來說明比較好。

(二)第二章 恆定電流

1. 重要內容

(1)知識概念：電流，歐姆定律，電阻，電阻定律，電功與電功率，焦耳定律，電阻與電池的串聯與並聯電路，電阻的測量，和*分壓和分流在伏特表和安培表中的應用。

(2)其它：

a. 閱讀材料：歐姆定律的建立。

b. 小實驗：以乾電池，燈炮，和鉛筆芯作電路。

2. 評析

(1)在介紹定電阻的敘述實驗裡，對實驗數據的取得，列表，分析，得出結論，都有極詳盡的說明。在學生做實驗之前先學習，是極好的安排。

(2)列表數種材料的電阻率，可見不同材料電阻率不同，且差異極大。

(3)電器上標明額定電壓和功率，這部分的說明對同學可提醒注意電器的標示。極實用。

(4)在介紹電池組合之前先介紹為什麼要將電池組合，提供了問題與解決辦法。

(5)在以伏安法測電阻時，詳細說明了對高低電阻，伏安表的接法不同，可降低誤差，在實驗上很重要。

(6)以儀表測量時，沒有對儀表先作校正，是缺點。

(7)本章有三個例題，對瞭解課文有極大幫助。

3. 建議

(1)在說明電阻的串聯與並聯時，先舉實際例子，再來說明，應該會更好。

(2)課文內僅提了超導現象。如果用閱讀材料加深說明，亦可提

供更多這方面的新知識。

(三) 第三章 磁場

1. 重要內容

(1) 知識概念：磁場，磁力線，磁鐵的磁場，直線電流的磁場，螺線管的磁場，安培分子電流的假說，磁現象的電本質，* 磁性材料，帶電流導線在磁場中受力，磁感應強度，和磁通量。

(2) 習題：除了複習題的 7 題外，其它練習和習題共 19 題，複習題完全是問答形式複習課文。判斷題有 7 題，其它包括作業，計算，和問卷。

(3) 其它：

a. 閱讀材料：安培

b. 小實驗：線圈電流的磁場

2. 評析

(1) 以磁力線表示了各種形狀磁鐵和帶電流導線周圍的磁場方向。定性地知道了磁場。

(2) 閱讀材料介紹了科學家安培。對科學家的認識會提升對科學工作者的尊重。

(3) 以左手定則表示通電流導體在磁場內受力各量間的方向，現在都用右手螺旋表示了。

3. 建議

(1) 由於 $F = IL \times B$ ，用右手螺旋來表示帶電流導線在磁場中受力，各量間的方向。

(四) 第四章 電磁感應

1. 重要內容

(1) 知識概念：感應電流的產生為穿過閉合電路的磁通量發生變化，感應電流的方向，感應電動勢，自感現象，自感係數，和 * 渦流。

(2) 習題：

共 26 題，主要為判斷共 7 題，其它為計算，作圖和問答。複習題 7 題全為問答複習課文。

(4) 其它

a. 閱讀材料：動圈式話筒和磁帶錄音機原理。

2. 評析

(1) 閱讀材料所介紹的話筒和磁帶錄音機及選讀部分介紹的日光燈整流器，都是日常生活的用品。對它們瞭解實有必要，同時亦學得物理在生活用品中的應用。

(五) 第五章 交流電

1. 重要內容

(1) 知識概念：交流電，感應電動勢，交流發電機，正弦交流電，有效值與最大值，三相交流電，變壓器，原副線圈兩端的電壓與線圈的匝數成正比，原副線圈中的電流與線圈的匝數成反比，* 幾種常用的變壓器，和遠距離輸電。

(2) 習題：

共 27 題，除一題判斷題外其它全是問答與計算。

(4) 其它

a. 閱讀材料：感應電動機

b. 小製作：測電筆

2. 評析

在遠距離輸電方面，詳細討論了怎樣才能減少輸電導線上的能量損失，不但使學生瞭解了遠距離輸電是用高電壓，也瞭解爲什麼要用高電壓。

(六) 第六章 電磁振盪和電磁波

1. 重要內容

(1) 知識概念：L C 及回路，振盪電流，振盪電路的固有頻率和週期，馬克斯威的電磁場理論，電磁波，無線電波，電磁波的發射，開放電路，調制，調幅，電磁波的接收，電諧振，調諧，檢波，放大，晶體二極管，晶體三極管，和大陸地區廣播電視事業的發展。選讀課介紹了無線電波的地波傳播，天波傳播，和直線傳播，及傳真，電視，和雷達。

(2) 意識形態

大陸地區廣播電視事業的迅速發展：

1958 年辦了實驗電視節目。

1973 年在北京，上海，天津成功地播了彩色電視節目。

到 1989 年底，已擁有廣播電台 531 座，電視台 469 座。

1984 年成功地發了第一顆試驗通信衛星。

1990 年 2 月已發射了五顆通信衛星。

1990 年 4 月又成發射了“亞洲一號”通信一號”通信衛星，首次取得了爲國際用戶發射衛星的圓滿成功。

(3) 習題

共 25 題，問答題 14 題（含複習題 9 題），計算題 7 題和其它 4

題。

(4) 實驗

有選作的實驗：安裝簡單的收音機。

(5) 其它

a. 閱讀材料：如何判別晶體二極管的好壞。

B. 小實驗：判別晶體二極管的正負極。

2. 評析

(1) 本章是一個很完整的單元。從電磁場，電磁波，無線電波的發射，接收，介紹到廣播和電視。完全是敘述性的介紹，應當是很容易瞭解的。

(2) 有一表，列出了無線電波可分成幾個波段，每一波段的波長和頻率的範圍，傳播方式，和主要用途。對整個無線電波有個全盤的概念。

(3) 在選讀的簡單收音機原理中介紹了收音機內幾種特殊的作用裝置。使對日常生活中接觸最多的用品，有個概念。

四) 第七章 光的反射和折射

1. 重要內容

(1) 知識概念：光的直線傳播，影，光速，反射定律，平面鏡和球面鏡成像，折射定律，折射率，全反射，稜鏡，色散，透鏡成像作業與公式，眼睛，* 視角，和 * 顯微鏡和望遠鏡。

(2) 意識形態：在 2400 年前，古書“墨經”裡就已經記載了光的直進，影的形成，光的反射，和平面鏡與球面鏡的成像。

(2) 習題：

共 55 題。問答 25 題（含複習題 14 題），計算 11 題，作圖 9 題，

證明 4 題，其它判斷，填空，綜合各 2 題。

(5) 實驗

- a. 測定玻璃的折射率
- b. 測量凸透鏡的焦距

(6) 其它

- a. 閱讀材料：光在大氣中的折射和蜃景——空氣中的全反射。
- b. 選讀材料中介紹了光導纖維。
- c. 小實驗：水的折射率。

2. 評析

- (1) 本章在透鏡成像方面有三節，一節說明透鏡成像，一節作業，一節推導公式。另外還有一道例題。非常清楚。
- (2) 有二個表，一表列出常見幾種物質的折射率，一表列出各種色光在冕牌玻璃中的折射率。通過此二表，對折射率應會有深刻印象。
- (3) 閱讀材料介紹了自然界的一些特殊現象。選讀介紹的光導纖維是新科技產品，藉此也瞭解了它的物理原理及它的應用。
- (4) 對中國古書上的科學方面的介紹，使學生瞭解中國在古代時間科學是很先進的。

3. 建議

球面鏡成像與透鏡成像，有許多相似之處。目前球面鏡成像是以選讀出現，而透鏡成像卻以三節來描述。因此建議球面鏡成像也放在必讀的課文內。

(八) 第八章 光的本性

1. 重要內容

(1)知識概念：惠更斯提出的光的波動說，牛頓微粒說，楊氏的雙縫干涉實驗，薄膜的干涉現象，光的單縫繞射，圓孔繞射，麥克斯韋的光是一種電磁波，紅外線，紫外線，倫琴射線，電磁波譜，光譜分析，發射光譜，吸收光譜，光電效應，光電效應，光子說，*愛因斯坦的光電方程式，和光的波粒二象性。

(2)意識形態：大陸地區從70年代期就對光纖通信積極進行研究，現在已能生產光纖光纜，建立了幾十條光纖通信網路。

(3)習題：

共24題。問答題11題（含複習9題），計算8題，填空3題，其它判斷與實作各1題。

(4)實驗

a. 選作：觀察雙狹縫干涉現象

b. 用卡尺觀察光的繞射現象

(5)其它

a. 閱讀材料：光纖通信和物質波。

b. 小實驗：以鉛筆並在一起作單縫繞射的觀察。

2. 評析

(1)本章也是一個完整的單元。利用“光是什麼”為主，由歷史上科學家對光的不同的看法開始，逐漸的介紹了實驗的發現，光的歸屬，實驗的更新的發現，光的最後歸屬。連成一氣。

(2)本章基本上都是定性的描述。唯一的一個公式愛因斯坦的光電方程是放在選讀的課文內。所以也可以以讀故事的方式來讀本章。

(3)另一段閱讀材料介紹了物質波，一切微觀粒子，亦都有波粒

二象性。學生應當要瞭解微觀的和宏觀的，二者之間的不同。

(八)第九章 原子和原子核

1. 重要內容

(1)知識概念：

- a. 簡介二十世紀初葉的重大物理發現。
- b. 放射性同位素在工業，農業，醫療衛生，和科學研究上都有廣泛的應用。
- c. 1965年大陸科學家用人工方法合成牛胰島素。即以 C^{14} 為示蹤原子而證明人工合成的與天然的牛胰島素為同一物質。
- d. 質量虧損和質能方程式
- * e. 核反應堆和核電站。
- * f. 輕核的聚變。太陽和恆星內部的熱核反應。
- * g. 可控熱核反應的介紹。

(2)意識形態：

- a. 1965年大陸科學家用人工方法合成牛胰島素。
- b. 大陸自行設計和製造的最大受控核聚變實驗裝置“中國環流器一號”已在四川省樂山地區建成，並於1984年9月順利啓動。
- c. 目前在廣東，浙江，江蘇，和遼寧四省正在建造和即將建造核電站。發展核電是一項有戰略意義的措施。

(3)習題：本章共十節只有五節有練習題。每練習的題目也都在五題以下。所以練習的題目顯然是比較少的。題目的內容都在熟練課文，加深印象，和簡單的計算。

(4)其它：在閱讀材料中介紹了激光，增殖反應堆，和基本粒子。

2. 評析：

- (1) 本章全部是說故事式的敘述近代物理的發展，包括年代，人物，實驗的發現，和理論的提出，中間也穿插幾件大陸自己也做了些什麼。同學若以看故事書的心情來讀它，感覺會很好。
- (2) 課文中提到了二件事。一是湯姆生的原子模型由於不能解釋新的實驗結果而被否定，後來有拉塞原子的核式結構學說的提出。另一是古典電磁理論不能解釋原子的明線光譜，隨後有波耳的假設提出。這都是很好的例子說明科學的發展是循序而進的科學的本質。

3. 建議：

- (1) 雲室和計數器可以做示範實驗給同學們看，乳膠相片也容易獲得可提供觀察用。
- (2) 閱讀材料也宜取材自報章雜誌，不必一定要特別編寫。

三、第三冊

(一) 第一章 牛頓運動定律

1. 重要內容

- (1) 知識概念：一度空間之向量，平行四邊形法則，牛頓運動三定律，運動學與動力學，力的合成及分解，連接體的運動。
- (2) 科學方法：分析向量代數與牛頓力學之關聯，並介紹歸納法及實驗法。
- (3) 科學態度：以“牛頓運動定律的適用範圍”為例，說明一切物理定律只具有“相對的真理性”，培養客觀的研究態度。

(4)習題：以解題技術之傳授為主：例題解法甚詳，適於自修，問答題能增強習動機如：“你能立即說出你對地球的引力大約是多大嗎？”

“若在某一時刻，地球突然停止自轉，會發生什麼情況？”

(5)實驗：“驗證牛頓第二定律”以“使桌面略為傾斜”之方法抵消摩擦力，簡單易行。

2. 評析

(1)只講一度空間之矢量，及平行四邊形法則，能淺化數學背景，降低難度。

(2)將壓力、正向力、張力均視為彈力似有未妥。

(3)對摩擦力的反作用力有詳細圖解。

(4)隔離分析法、簡化法等分析介紹甚詳。

(5)說明連接體的運動有時要看整體，有時要看局部，十分詳盡。

(6)介紹了剛體力學、流體力學、彈性力學、天體力學、應用力學、經典力學、量子力學、相對論力學等名稱，能統合力學發展，呈現清晰輪廓及脈絡。

(7)以人造衛星及太空發展說明牛頓力學之應用，富於前瞻性。

3. 建議

(1)未加入向量之數學符號；似可增列

(2)牛頓第二運動定律以 $\Sigma F=ma$ 比較周延

(3)本章第二節宜多附圖，可使說明更加明確而具體

(4)本章第七節教材勿加*號，宜作為正式教學內容而非選擇教材

(二)第二章 物體在重力作用下的運動

1. 重要內容：

- (1)知識概念：定力與等加速度運動，曲線運動的條件，運動的合成與分解。
- (2)科學方法：分析自由落體運動時可忽略空氣阻力，各地之重力加速度可視為相同，物體可視為一點；均為理想化及近似法之應用，提到初始狀態與瞬時狀態相關性。
- (3)科學態度：比較彈道曲線和理想的斜拋軌道，說明實際應用與理論之差異，以免脫離現實。
- (4)習題：「自行以玩具槍垂直向上發射子彈，並以停表計時」為少見的實驗題。
- (5)實驗：「研究平拋物體的運動」以有孔卡片測軌跡；此法比用複寫紙高明。

2. 評析

- (1)以直拋及水平拋射運動之分析為重點。
- (2)斜拋問題以圖解分析為主，不涉及複雜的計算，對數學能力較差的學生有利。
- (3)未用向量代數解題，適合一般程度的學生。
- (4)用水滴作自由落體實驗，甚為簡易可行。
- (5)以磁鐵使直線運動中的鋼球偏移與平拋運動類似，能發展類比概念。
- (6)第五節有七幅圖形，可建立清晰之斜拋觀念。

3. 建議

- (1)第五節教材人人應學，不必加*號。

(三)第三章 勻速圓周運動 萬有引力定律

1. 重要內容：

- (1)知識概念：圓周運動中 速度、線速度、半徑、週期、向心加速度、向心力之函數關係，萬有引力定律，引力常數之測定，太陽與行星質量之計算，海王星之發現，人造衛星之發射。
- (2)科學方法：天空之星球與地上之物體均以相同之規則運動，證明科學之普適性。
- (3)意識形態：以火箭及衛星技術之發展提高民族自信心，說明“社會主義建建設”之成就及優越性(P.95 ~ 99)。
- (4)習題：生動且有前瞻，難題附有提示（如飛行時之失重問題）
- (5)實驗：“驗證向心力”能把握課文之重點，加*為選擇教材。

2. 評析

- (1)注重現象及觀念而非嚴密的公式及複雜的計算。
- (2)先講向心力再講向心加速度與我方相反，但較合直觀原理。
- (3)以離心運動取代離心力，有助於建立正確觀念。
- (4)未導出向心力公式，但以一實驗證明，應加強可信度。
- (5)第三節能澄清易混淆的觀念，例圖生動活潑。
- (6)三種宇宙速度，人造地球衛星，航天技術介紹等教材能激起青年對高技之興趣。
- (7)對科學與社會及人文的關係敘述甚詳。

3. 建議

- (1)小實驗〈向心力之探討〉下方之繩不要固定在地面，改為加砝碼較佳。
- (2)宜教克卜勒三定律以導出萬有引力定律。

- (3)應列表呈現太陽系各星球之相關數據。
- (4)地球有自轉且非正球形，故“重力不於引力”之觀念正確，但“重力”宜改稱“視重”。
- (5)重力與引力不必特別區分。
- (6)加入環境保護之觀念。

(四)第四章 動量和動量守恆

1. 重要內容：

- (1)知識概念：動量，動量定理，衝量，動量守恆定律，完全彈性碰撞，完全非彈性碰撞。
- (2)科學方法：說明動量守恆定律之普適性但仍有適用條件及適用範圍等限制；即以“不受外力或外力之合力為零”為前提。
- (3)科學態度與意識形態：以“長征一～四號火箭”之演進證明其尖端國防科技之成就以“為什麼動量守恆定律比牛頓運動定律有更大的普適性”訓練評鑑的態度及能力。
- (4)習題：以“1991年5月北京的一個四歲的小男孩從15層高樓墜下，被地上的一位叔叔接住”之新聞作為習題，計算相互作用的衝量具創造力。
- (5)實驗：“完全彈性碰撞之動量守恆”所用器材與實驗二大半相同，頗合經濟原則。

2. 評析

- (1)教材與生活關係密切，不致與現實脫節。
- (2)對動量及動量守恆律之發展史敘述甚詳，呈現概念發展之艱辛過程。
- (3)十分推崇本國之科技成就。

- (4)無 J (衝量) 符號而以 $F \Delta t$ 代之，不用向量法表示各物理量。
- (5)能說明動量守恆定律的普適性。
- (6)完全非彈性碰撞題目之計算，不提斜撞，只算一度空間的情況。
- (7)說明反衝運動之應用如水輪機、噴氣飛機及火箭等可提高學習效果。

3. 建議

- (1)“碰撞中的動量守恆”實驗只要改變角度，即可作出二度空間之碰撞圖形。
- (2)可適度引進數學上的向量表示法。

(五)第五章 能量和能量守恆

1. 重要內容：

- (1)知識概念：功，動能，動力位能，能量之轉換，能量守恆定律，彈性碰撞，中子的發現。
- (2)科學方法：從“中子的發現史”說明假說之重要性，居里夫婦因未聞此一假說，無法正確解釋 $\text{He} + \text{Be}$ 之實驗結果，而讓查兌克獲得成功。
- (3)科學態度：本章可從各種能量的轉換而發展出綜合，包容的態度。
- (4)習題：共 51 題，結合前面各章內容，綜合題較多，難度升高。
- (5)實驗：“用衝擊擺測彈丸的速度”結合力學能守恆及動量守恆，加*為選擇教材。

2. 評析

- (1)每章之後附一“小結”有助於概念之統合及整理。
- (2)本書對“能是作功本領”此一概念提出批評（第一冊 218 頁）認為從熱力學定律來看，並不妥適，而提出“功是能轉換的
量度”之定義，似較嚴密。
- (3)說明保守力作功和路徑無關，但摩擦力則否，甚為妥當。
- (4)機械能守恆定律的形式甚多，本章採取最易學之一種：
$$1/2mv_1^2 + mgh_1 = 1/2mv_2^2 + mgh_2$$
- (5)指出除保守力之外即使還有其他力，只要不作功（例如垂直於運動方向）機械能守恆定律依然成立，頗為周詳。

3. 建議

- (1)因“選修本”為理工科學生而設計，似可提高其難度及嚴密性。
- (2)對外國科學家之姓名均未附原文，似可增列。
- (3)動能定理 $\Sigma W = \Delta Ek$ 似應改稱為功能定理。
- (4)將彈性碰撞列入正式教材，可增加教材完整性。

(六)第六章 電場

1. 重要內容：

- (1)知識概念：庫侖定律，電場強度，電力線，電位差，電位，電位能，電容，帶電粒子之運動示波器。
- (2)科學方法：電學與力學最大的差異為電是無法目睹的，故本章以實驗為中心，發展出各種概念，強調實驗方法之重要性。
- (3)科學態度：儀器需要人操作，正確謹慎的使用態度才能得到有用的結果，本章對示波器的操作有極詳盡的說明 (P.288)。
- (4)習題：42 題中例題只有 5 題，略感不足，以電子在勻強電

場中之運動為重點。

- (5) 實驗：“電場中等勢線的描繪”其中〈導電紙〉不知採用何種材料？是否可以重複使用？

“練習用示波器”為選擇教材，可列為示範實驗。

2. 評析

- (1) 本章內容過多，且有九及第十一節二個選擇教材，對教學可能產生困擾。
- (2) 由於必修本第二冊對電流已作詳細討論，本章以電場之分析為重點。
- (3) 本章不涉及直流電路或交流電場及電流的各種效應。

3. 建議

- (1) 從超距力進步到場力的過程可作更詳細之說明。
- (2) 牛頓力學與電學之數學結構頗多類似之處，若能以對照方式列出，有事半功倍之教學效果。
- (3) 機械能守恆定律在電學中亦可適用，似應列為教材，加強力學與電學之統合。

(七) 第七章 磁場

1. 重要內容：

- (1) 知識概念：磁感應強度，磁場對電流的作用，磁力線，磁通量，電流表，迴旋加速器，荷質比，帶電粒子在勻磁場中的運動。
- (2) 科學方法：實驗法。
- (3) 意識形態：“北京正負電子對撞機”（彩圖 3）指出 1989 年大陸在高能物理領域之成就。

- (4)習 題：包含近年之高校入學試題(P.235)與我方類似。
- (5)實 驗：“顫動的燈絲”為學生家庭作業，以磁鐵接近白熱燈使燈絲顫動，有危險性。

2. 評析

- (1)本章仍保留H為磁場強度B為磁感應強度之習慣而非以B為磁場強度。
- (2)絕不使用向量代數，或極限微分，三角函數也少，故學生不需要高深的數學能力，也能學到基本的物理知識。
- (3)不講Biot-Savart 定律，不討論單獨的磁場，但注重磁力的分析及應用。
- (4)本章的編輯甚為強調物理的應用性，而非純理論性的科學研究，沒有濃厚的物理專業氣息，不是專為未來大學物理系新生作準備，對所有理工組學生皆適用。
- (5)能介紹科學史上重要的發現及儀器原理（如迴旋加速器），使科技不與社會脫節。
- (6)對正在進行中的重要研究如磁流體發電技術(P.246)也有簡要的說明。

3. 建議

- (1)加入H（磁場強度）與B（磁感應強度）之關係式。
- (2)稱 $F=ILB$ 為安培力而 $F=qvB$ 為洛倫茲力似有未妥，應皆稱為磁力。
- (3)帶電粒子在勻強磁場中之運動未必都是圓周運動，其它狀況也應列入。
- (4)“磁場對電流的作用”可改為“載流導線在磁場中所受之磁力”較為具體。

(5)增列電子的荷質比實驗。

(八)第八章 電磁感應

1. 重要內容：

- (1)知識概念：法拉第電磁感應定律，楞次定律，感應電動勢，感應電流。
- (2)科學方法：用歸謬法說明楞次定律能量守恆之關係。
- (3)意識形態：可培養應用能力及觀察、判斷能力。
- (4)習題：與課文相關性較低，以第二冊有關教材之複習為主。
- (5)實驗：“電磁感應實驗”附有兩個問題，為本書僅見。

2. 評析

- (1)對磁通量的變化量與變化率區分甚詳。
- (2)未證明法拉第電磁感應定律及楞次定律。
- (3)由於數學基礎不高，對較深的電磁感應理論無法做詳盡的分析。
- (4)本章對應用仍然非常注重，如“高頻焊接原理”(P.264)。

3. 建議

- (1)P.257 小實驗“研究電磁現象”說明圖(8-11)導線交叉處畫得不好，應分開。
- (2)電磁感應實驗除線圈對線圈以外，可用磁鐵對線圈，銅棒對線圈互相比較、對照使概念嚴密而完整。

四、本節綜合結論

(一)本教材優於臺灣的高中物理教材的部分有三：

- (1)作者能在適當的地方介紹科學的本質—理想化，實證中科學知識的暫時性，科學定律的普適性與限制，和科學過程技能，如「假說」的重要性，歸納法，近似法等。惜缺完整的規畫及有組織的介紹過程技能，儘管如此，比之於我們的教材，在這方面已超過甚多了。
 - (2)注重在日常生活及工農生產方面的應用，能提高學生的學習興趣。
 - (3)注重相關科學發展史的介紹，充分發揮科學史教學上的功能。
- (二)本教材意識型態的呈現方式，大多以當前及歷史之成就，來暗示社會主義及中華民族的優越性。分量不多，政治味道淡。

第四節 學生實驗內容分析

壹、實驗內容、分量與時數

一、要點概述

大陸各年級高中物理實驗內容，計有：

高中一年級（力學與熱學）

1. 力的合成
2. 練習打點計時器
3. 測定勻變速直線運動的加速度
4. 單擺測定重力加速度
5. 驗證機械能守恆定律
6. 驗證玻意耳--馬略特定律

* 7. 驗證理想氣體狀態方程式

高中二年級（電磁學、光學與近代物理）

1. 測定金屬的電阻率

* 2. 把電流表改裝為伏特表

3. 用安培表和伏特表測定電池的電動勢和內電阻

4. 練習用萬用電表測電阻

* 5. 安裝簡單的收音機

6. 測定玻璃的折射率

7. 測量凸透鏡的焦距

8. 觀察雙縫干涉現象

9. 用卡尺觀察光的衍射（繞射）現象

高中三年級（力學與電磁學）

1. 驗證牛頓第二運動定律

2. 研究平拋物體的運動

* 3. 驗證向心力公式

4. 碰撞中的動量守恆

5. 用撞擊擺測彈丸的速度

6. 電場中等勢線的描繪

* 7. 練習使用示波器

8. 研究電磁感應現象

（打有 * 號之實驗為選作實驗）

高中三年實驗總數為 $7+9+8=26$ 個實驗。時間分配為高一 9 小時，佔全學年上課總時數的 9%（約 $9/102$ ）；高二 11 小時，佔全學年上課總時數的 10%（約 $10/102$ ），高三若刪去打 * 號的實驗，為 10 小時，佔全學年總上課時數的 10%，若全做則佔 18%（約 $18/102$ ）。

二、評析

1. 在物理教學大綱中指出「物理是一門實驗科學。通過演示和學生實驗，能夠使學生理解物理概念和規律的建立與實驗的關係，培養學生一定的實驗能力。演示和學生實驗對於培養學生學習物理的興趣也是十分重要的」。但就安排的實驗比重（約10%的時數）看，實驗時數並不多，仍屬於較理論性的教材。台灣的教材，高二、高三的物理實驗總共安排有23個實驗，外加高一基礎理化物理部分的六個實驗，總計有29個實驗（參見附錄二）。實驗總數兩岸差不多，但就實驗時數安排而言，約佔15%的教學時數，當然各校實際實施的時數亦有很大的差異。實驗時數不多，無法給予學生於實驗前後充份的相互討論的時間，這將使實驗教學的目標大打折扣。大陸教材除了學生實驗外，亦安排有一些示範實驗。但示範實驗實際只是觀察活動而已，具有驗證與引起學習興趣的功能，但無法與學生實驗的教學目標相比擬。
2. 兩岸實驗內容最大的差異在於：
 - (1) 台灣有近代物理的實驗（電子荷質比與光電效應），大陸則無，想係儀器價格的因素。（附註：上海地區的實驗教材含有近代物理實驗初步之九個實驗）。
 - (2) 在電學方面，大陸注重實用電錶的使用訓練，如安培錶、伏特錶、萬用錶及示波器的使用。台灣將安培計及伏特計的使用隱含於電流的實驗中，較強調電橋原理的介紹，並有電磁波的實驗。
 - (3) 台灣有熱學（比熱與熔化熱）的實驗及聲學的實驗（共鳴空氣柱），大陸則無。其他實驗項目兩岸大同小異。

三、建議

1. 示波器為電學測量上最基本而重要的測量儀器，學生應會操作。
建議我們的教材能納入使用示波器的實驗。
2. 大陸的實驗時數，應可酌增，給予學生實驗後相互討論的時間。
3. 沒有熱學的實驗，就無法培養絕熱的技能及使學生認識隔熱的重要性，大陸教材，至少宜增列一項比熱的實驗。

貳、實驗教學的目標

一、要點概述

實際分析實驗教材的內容，可發現實驗教學可達成的目的有四：驗證學理，測量物理量、數據處理能力及練習儀器操作。茲分冊列於下面。

第一冊 實 驗

實驗編號	1	2	3	4	5	6	7
數據校訂							
數據登錄		✓	✓	✓	✓	✓	✓
作圖分析、解釋	✓						
誤差分析							
物理量測量		✓	✓	✓	✓	✓	✓
組合設計實驗							
注重安全							
發現學理							
驗證學理	✓			✓		✓	✓
培養技能							

第二冊

實驗編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
新儀器介紹	✓			✓					✓
儀器制作		✓			✓				
物理量測量	✓		✓	✓		✓	✓		
數據登錄	✓					✓	✓		
作圖分析			✓						
誤差分析									
驗證學理	✓		✓			✓	✓	✓	✓

第三冊

實驗編號	1	2	3	4	5	6	7	8
數標校訂								
學理驗證	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
器材說明	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
裝置圖解	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
實驗步驟	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
實驗記錄	✓							
解釋數據								
誤差分析								
討論問題								✓
實驗安全								

二、評析

基本上，實驗教學的目標以驗證學理為中心，學習基本測量儀器之原理與操作，以及數據處理的技能。對於科學過程技能並沒有組織性、設計性的納入目標中。綜合而言，有如下的缺點與優點。

(一)缺點：

1. 沒有系統化的介紹科學方法

例如：(1)數據處理僅強調誤差分析，而未強調圖形分析的能力，數標校訂概念等。例如，測 $p \sim v$ 關係未要求作圖。

(2)對控制變因概念的介紹亦未強調。

(3)並未針對特定的科學方法加以培養，或在實驗中以問題方式來強調。如要求學生以一些器材來試著設計實驗。

(4)不強調發現、探索，因此學生可能只依指示行事，而未能對實驗進行必要的假設、推理。

2. 儀器操作技能的培養沒有系統化的規畫

例如：(1)使用打點計時器，應配合介紹如何克服短時間測量的相關概念。

(2)熱學實驗中常須碰到的絕熱技巧的介紹等。

(3)實驗說明中未針對儀器操作之關鍵加以明示。(尤其是容易產生誤差的地方)

3. 未明確要求數量的平均值

(二)優點：

1. 能注重

(1)誤差分析的訓練

- (2)登錄數據表格的訓練
- 2.對儀器原理有深入介紹
- 3.與課堂上的教學內容密切配合
- 4.對基本電錶的原理及操作有很好的訓練
- 5.上海地區的實驗教材分成(1)實驗誤差(2)基礎實驗(3)近代物理實驗技術初步及(4)設計性實驗。第(4)類頗能發揮培養設計實驗能力的功能。

三、建議

- 1.兩岸之實驗教材除了驗證型的實驗外，宜增列探究型的實驗，有系統的培養學生自行設計實驗，發現結果的基本能力。
- 2.對大陸各項實驗的具體建議
 - (1)打點計時器
 - a.增列短時間測量原理的介紹
 - b.利用此實驗介紹 Calibration 數標的概念
 - (2)測加速度

藉此實驗，訓練由數據轉化成圖形的能力。

例如可要求學生畫出 s/t 與 t 的關係圖，用以求速度
 - (3)用單擺測 g 值的實驗，可增加利用打點計時器求 g 值
 - (4)測定金屬的電阻率

電阻率的意義宜在原理上略增說明，並加入同材料不同長度與截面的樣品，以顯示電阻率為材料本身的特性與形狀無關。
 - (5)測量凸透鏡的焦距

可增加虛像的測定(如用視差法)以增進學生對成像意義的了解。

參、實驗教學資料的編寫呈現方式與實驗活動

一、要點概述

1. 實驗資料的編寫方式

給學生參考的實驗教材資料其編寫方式，前面的幾個實驗是有結構化的分成四部份

a. 原理概述 b. 實驗目的 c. 器材 d. 實驗步驟

後面的實驗則以籠統的敘述涵蓋上述四部份，目的在要求學生自行整理。

原理概述係針對實驗所牽涉的學理，測量原理，儀器運作原理作簡單扼要的概述。實驗目的則大多以要驗證什麼或做什麼一句帶過，實驗步驟之內容，詳述操作步驟，記錄對象及部份數據處理。對於所使用的儀器，學生熟悉的，僅提名字。對於新的，則詳細的敘述其原理、結構、使用方法、注意事項和保養。但在實驗說明裡，提出的問題不多且多半是問測量值與理論值是否相符，缺乏提出如討論實驗誤差的可能原因，減少誤差的測量方法，如何改進實驗等的問題。

2. 實驗活動

課文中實驗的說明無法看出教師進行實驗教學的方法，但由教學參考書的說明及課文的緒論得知，教師應事先要求學生對該實驗目的、原理、儀器性能、步驟加以了解，即事先要有預習。某些實驗還要學生去設計表格，這也有賴學生預習才能在短時間內完成，畢竟每個實驗的使用時間並不多。另外在教學參考書中也提及“實驗完畢要寫出書面報告”，....“通過閱讀—實驗—整理與寫作—宣讀與評論—小結與考查”。據此我

們可推知實驗教學進行的方式應為三個步驟：預習→實驗→討論。

二、評析

1. 實驗前沒有提出問題，供作學生構思實驗方法，設計實驗等發揮創意的基礎
2. 實驗後沒有提出問題供作學生思考、討論的基礎。
3. 學生依照明確詳述的食譜式實驗步驟進行，不能培養學生設計實驗、解決問題的能力。

三、建議

1. 宜增列如討論誤差成因，改進實驗、解釋實驗結果等的思考性問題，讓學生思考討論
2. 可加進追蹤活動（或令課本中的小實驗與之密切配合）
3. 步驟細節或改移到教學參考書。要求學生寫預習報告，自擬步驟，經討論修正後再進行。

第五節 教學參考書之分析

壹、要點概述

教學參考書相當於台灣的教師手冊，其編寫架構及內容要點可大致分為

- (一)課本綜合說明
- (二)課時安排建議
- (三)對各章之個別要求說明

三大類。主體是對各章之個別說明，茲分項概述如下

一、說明（對課本的綜合說明）

1. 教材修訂重點

主要在說明新編之（修訂）教材與舊教材，在精神、內容上的差異及內容、概念的增刪重點。

2. 各章之重點及各章間之聯繫關係

例如指出那幾章為基礎性理論的介紹，那幾章為應用性之教材等。

3. 對內容範圍、深淺之要求的說明

指出課本對理論與計算之深淺、層次要求。例如強調避免使用向量數學，強調具體實例優先於嚴密的理論陳述。並指出各章內容重點及綜合性深淺要求。

4. 教學要領綜合說明

強調重視直觀、演示、啓發誘導及勿提高難度等的教學要領。

5. 對實驗教材的綜合說明。

說明實驗教材編排的理由

6. 選修教材的說明

指出閱讀材料目的在擴大學生視野，培養學生自學能力並進行愛國、愛科學的教育

7. 對習題的說明

對各類習題的性質加以說明

二、課時安排說明

以表列方式標示各章、各教學單元的教學時數，供作教師參考。

三、對各章之個別要求說明

1. 教學要求

(1) 對各節條列教學目標及教學要求

例如：a. 會計算真空中兩個點電荷間的作用力

b. 理解電容器的電容概念

(2) 對教學要求作深度、廣度的補充說明

區分高初中差別，說明不應教學的部份等。

2. 教材分析和教法建議

(1) 說明各節教學重點及關鍵概念、內容。

(2) 教學注意事項

如 a. 提供適當的發問問題

b. 學生可能的問題及其處理

c. 教示應演示的實驗……等

(3) 關鍵概念的澄清

3. 實驗指導

對各示範實驗的缺點所在及改進作建議。說明各項實驗的操作注意事項及對其他可行實驗的建議……等

4. 習題解答與指導

提供答案並略作答案說明

5. 提供參考資料

提供實質的書面參考資料而非僅提供資料來源的資訊。其內容涵蓋

a. 人物(科學家)介紹

- b. 中國古代與現代之相關科學發展
- c. 科學史
- d. 儀器說明
- e. 學科理論說明及科學知識簡介
- f. 實驗應用

貳、評析

一、優點

1. 對新、舊教材間的特色、關鍵性差異及修訂精神等，有精簡扼要的說明，使得教師在新舊教材銜接之間能順利無礙的跨越。
2. 對各章之要求、教材分析和教法建議等之各項建議，均能詳細而中肯的說明，肯定有助於教師的教學，顯示編者的編輯態度相當嚴謹而認真。
3. 在實驗指導方面，不但對儀器、操作原理有詳細的指導說明，還提供實驗上多方選擇的資訊。其涵蓋範圍條例如下：
 - (1) 對儀器工作原理有清楚的要點說明
 - (2) 對儀器操作調整須注意的事項有適切的說明（如防止儀器損壞的操作注意事項）
 - (3) 對減少實驗誤差的實驗方法有指導說明（紙帶處理方式、打點計調整、紙帶數據計算）
 - (4) 有替代實驗的說明（指示多種示範實驗，以及小實驗）
 - (5) 有安全需知說明
 - (6) 對示範實驗及小實驗的原理操作有作說明
4. 參考資料內容廣泛、中肯扼要，尤其是科學史方面的資料，參

考價值頗高。對教師個人的知識成長及教學均有莫大的助益。

二、缺點

1. 在教學要求及各章節重點中，只列出知識、概念方面的要求，這將使得教師忽視科學方法的教育。又在概念方面的要求未能區分層次，要求學生「知道」、「了解」到什麼程度，沒有具體的說明
2. 沒有教學設計如教學流程方面的指導
3. 習題只提供解答，欠缺學生不會解答時之指導對策的說明。
4. 在實驗指導方面，欠缺對實驗後如何指導學生討論及運用圖形分析數據方面的指導。

參、建議

一、兩岸的教學參考書均宜增列

1. 科學過程技能方面的目標要求及區分概念層次要求。
2. 實驗在教學法上(如指導討論、實驗室管理)的指導
3. 習題指導說明

二、台灣的教師手冊在參考資料方面僅提供理論方面的指導，份量頗少，有的僅提供雜誌名稱等資料源，有的章節甚至沒提供，宜增加科學史，尤其是中國科學史方面及實際應用的參考資料。

三、台灣的教師手冊沒有實驗方面的指導，連儀器原理都沒有，宜增列並深入的提供這方面的資訊。