

- (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