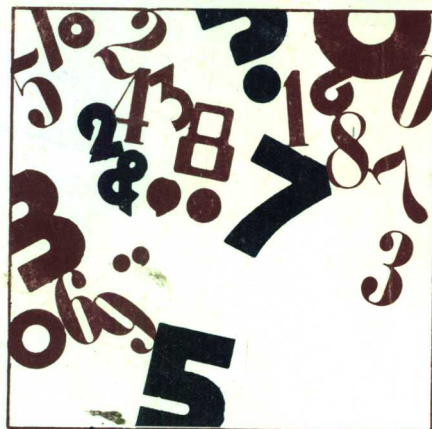
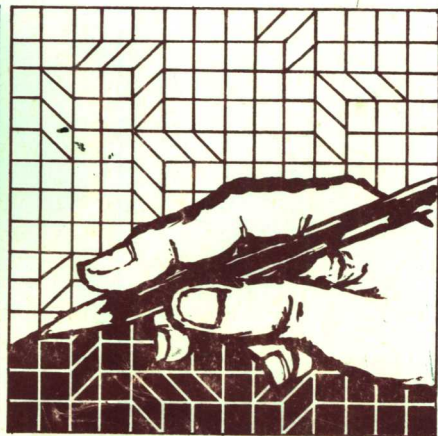
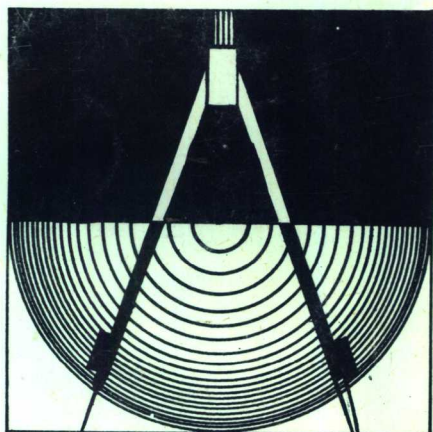


# 燃料與燃燒

國民教育科學教學資料叢書 59

彭育才 著



國立教育資料館主編  
幼獅文化事業公司印行



行政院新聞局核准登記證局版臺業字第〇四號

主編者：國立教育資料館

著者：彭育才

出版者：幼獅文化事業公司

發行人：胡執

臺北市重慶南路一段66之1號三樓

臺北市漢中街五十一號

郵政劃撥〇〇〇二七三七—三號

印刷者：嘉利印刷有限公司

基本定價：八角二分

中華民國六十八年六月初版

中華民國七十四年六月再版

## 序

發展科學教育，首重師資與教材。國民中小學之教科書，由國立編譯館統一編纂；教材之進修，由教育部、廳、局分別輔導，各有專司，脈絡井然。但因我國國民教育十分發達，以致教師人數衆多，欲求輔導工作全面展開，殊非易事。而鼓勵教師自動進修，當爲簡易可行之辦法，且其效果當更爲顯著。然坊間出版有關科學教育之參考書籍不多，是以提供優良參考書刊，實爲當務之急。本會有鑒於斯，乃於民國六十一年九月，由本會科學教育組負責籌劃，成立國民教育科學資料叢書編輯小組，聘請熊先學先生擔任總主持人，積極展開工作。該小組的工作目標，在編撰國民中小學數理學科重要教材單元之有關參考資料，分：數學、物理、化學、生物、地球科學、健康教育六科，以課程爲經，以各年級相關學科教材爲緯，以各科某一重要概念爲主題，組成一教材單元蒐集與日常生活有關及富有啓發性及趣味性的題材，編爲一冊，彙集同一學科各冊成爲一套，使之分能獨立，合能相貫，包容既廣，取用尤便。各冊內容分爲導言，教材分析，參考資料，注釋，附錄諸項，著重在說明新探討方法及各教材單元在課程中之重要地位，可使教師對某一學科獲有一完整的觀念，進而把握科學教育之要旨，提高科學教育之效能。

本叢書之編寫方式，是寓教學方法於參考資料中，內容充實，構想新穎，約請之編撰人員，皆爲教學經驗豐富之中小學教師及大學教授，寫作態度至爲嚴謹。在一年餘辛勤耕耘之下，現已完成十五種，委託幼獅書店精印出版，以供國民中小學教師，師範院校學生及科學

才能較高之學生參考閱讀，對科學教育之推行，必能有所裨益。

爲統一事功，本會已將國民教育之科學發展研究事宜，移歸教育部統籌辦理，本叢書之編輯工作與經費預算，亦一併移轉，今後在教育部主持之下，當更能發揮高度之效能。

最後，對各位專家在百忙中，爲本會籌劃編撰叢書，將寶貴的經驗毫無保留地貢獻出來，特於此深致誠摯的敬意與謝意。

徐 賢 修 六十二年十二月  
於行政院國家科學委員會

## 國民教育科學教學資料叢書編輯經過

行政院國家科學委員會，爲提供國民中、小學教師有關科學教育之參考書籍，輔導其自修，本寓科學教育之教學方法於參考資料中之構想，乃於民國六十一年九月，編組國民教育科學教學資料叢書編輯小組，由熊先舉先生主持其事。翌年底，此類叢書完稿交印問世者，計數學、生物、地球科學三科各二種，物理、化學、健康教育三科各三種；共十五種，都八九萬餘言，此爲國家科學委員會直接編印時期之概況。

同年十二月，因國科會將國民教育之科學發展研究事宜，移轉教育部統籌辦理，國民教育科學教學資料叢書之編輯工作，奉教育部指定由本館承辦，本館乃於六十三年初訂定「國民教育科學教學資料叢書編輯計畫」，報部核定，列爲「教育部科學教育及科學人才培育計畫」專案，與其他工作併爲教育部發展科學教育之一環。此類叢書共計爲一百種，除國科會已編十五種，本館續編八十五種，預訂工作進程爲五年。

民國六十六年三月，嘉言承乏本館館務，深感此項叢書之編印工作對奠定國家長期發展科學基礎，極關重要，除已完稿交印而尚未印製發行之積稿，洽請合作編印之幼獅文化公司加速印行外，并積極續編尚未完成各篇，期成完構。

本叢書之編輯，是一項長程接力；其間主辦單位與主持人雖有更替，然其編輯要領，編寫方式等始終聯貫，允爲國內當前極有系統而頗具深度的科學教育參考書籍。數年以來，承各位專家學者參與籌編撰稿，提供心血結晶；本館教育資料組同仁排除困難辛勞工作，幼

獅文化公司不計盈虧印製發行；上級機關隨時督導，全力支持，使編輯工作得以順利進行，特綴數語，藉誌經過，並申謝忱！

陳 嘉 言 民國六十六年十一月  
於國立教育資料館

「國民教育科學教學資料叢書」已出版書目

- |                           |                            |                               |                            |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1. 國中數學教學法<br>(李慕淦)       | 14. 眼的保健<br>(那王等)          | 27. 國中化學課程「探究學習」的評量<br>(王澄霖等) | 40. 怎樣做物理實驗<br>(歐陽鍾仁·羅全鳳)  |
| 2. 集合與函數<br>(陳銘德)         | 15. 環境污染<br>(榮達坊等)         | 28. 人口問題與人口教育<br>(羅月真等)       | 41. 耳的保健<br>(王老得·楊海澄)      |
| 3. 現代發達教學法<br>(歐陽鍾仁)      | 16. 簡易極限概念<br>(林義雄)        | 29. 數的基本概念<br>(李恭晴)           | 42. 物理學評量方法研究<br>(歐陽鍾仁·陳鼎) |
| 4. 奇異的光<br>(程恕人)          | 17. 幾何圖形的認識<br>(陳俊生)       | 30. 細菌的世界<br>(黃權溪)            | 43. 動物的生殖<br>(楊榮祥)         |
| 5. 首飾世界<br>(歐陽鍾仁等)        | 18. 國中化學實驗研究(三)<br>(師大化學系) | 31. 安全與急救<br>(師大化學系)          | 44. 中國數學權勝<br>(傅博)         |
| 6. 溶解與溶液<br>(楊訓庭等)        | 19. 國中化學實驗研究(四)<br>(師大化學系) | 32. 心臟的保健<br>(師大化學系)          | 45. 昆蟲世界<br>(李文蓉)          |
| 7. 國中化學實驗研究(一)<br>(師大化學系) | 20. 健康的社區<br>(夜世俊)         | 33. 原子的和平用途<br>(魏明德)          | 46. 國小數學教學法<br>(李慕淦)       |
| 8. 國中化學實驗研究(二)<br>(師大化學系) | 21. 植物的莖<br>(戴志遠)          | 34. 酸鹼與塩<br>(魏明通)             | 47. 健康的家庭<br>(郭惠美)         |
| 9. 植物的葉<br>(戴志遠)          | 22. 國人常見的寄生蟲病<br>(劉銳中·姚克明) | 35. 物理學家的故事<br>(歐陽鍾仁·黃渭濱)     | 48. 科學教學的過程<br>(歐陽鍾仁)      |
| 10. 生物與環境<br>(楊榮祥)        | 23. 時間與計時工具<br>(毛松霖等)      | 36. 生命的演化<br>(楊榮祥)            | 49. 鳥的世界<br>(呂光洋)          |
| 11. 月球與地球的運動(上)<br>(毛松霖等) | 24. 大氣與氣象<br>(張秀琴)         | 37. 科學的發明與發現<br>(王長修)         | 50. 淺介統計與機率<br>(陳富海)       |
| 12. 月球與地球的運動(下)<br>(毛松霖等) | 25. 科學概念的學習(上)<br>(柯啓璠)    | 38. 土壤細菌的生態及分離<br>(黃權溪)       |                            |
| 13. 牙齒衛生教育<br>(顧正漢等)      | 26. 數系與因式分解<br>(呂添木)       | 39. 職業衛生<br>(榮達坊·莊鎮坤)         |                            |

- 51 談苔蘚與蕨類 (郭長生、駱清俊等)
- 52 錯誤在哪裏 (吳誠二)
- 53 能與能源 (楊榮祥)
- 54 適應與演化 (姚克明)
- 55 成人病的預防 (許乃紅)
- 56 邏輯簡介 (盧永福)
- 57 方程式 (潘連吉)
- 58 節肢動物淺說 (蕭育才)
- 59 燃料與燃燒 (姚克明)
- 60 傳染病的預防 (魏明遠)
- 61 原子與分子的認識 (謝石龍)
- 62 生活環境的物理學 (李培華)
- 63 化學工業一瞥 (張崇愷)
- 64 物理學的學習方法 (郭長生)
- 65 植物與人類 (楊訓庭)
- 66 原子的結構與豐子的世界 (郭長生)
- 67 應用植物學 (郭再添)
- 68 海洋與陸地 (王澄霖)
- 69 什麼是有機化學 (歐陽鍾仁)
- 70 光合作用淺說 (王惟·高偉華)
- 71 科學問題的探究方法 (林福來)
- 72 食品衛生 (謝實康·楊思成)
- 73 平面圖形的變換 (陳昭地)
- 74 化學反應怎樣發生 (歐陽鍾仁)
- 75 不等式 (歐陽鍾仁)
- 76 近代物理學探討 (吳貞祥)
- 77 國民小學數學教學的基礎—數、量、形 (謝石龍)
- 78 靜電與動電 (吳國民)
- 79 化學小史 (李春生)
- 80 化石與地層 (陳典正)
- 81 生物學家的故事 (王澄霖)
- 82 元素 (陳曉潭)
- 83 化學實驗的安全指導 (葉英堃·吳英璋·林秀蓉)
- 84 健康的心理 (石再添·鄧國雄)
- 85 牛頓的運動定律與萬有引力 (謝石龍)
- 86 火山與地震 (黃朝恩)
- 87 科學實驗的方法與指導 (歐陽鍾仁)
- 88 河流與地下水 (石再添、張瑞津、黃朝恩)
- 89 地球物理 (楊訓庭)
- 90 空氣及其用途 (魏明遠)
- 91 遺傳學簡介 (諸亞傑、董武夫)
- 92 談七十年代中等學校數學課程的發展方向 (王振瀛)
- 93 地球科學的探討發現活動 (毛松霖)
- 94 科學史 (歐陽鍾仁)
- 95 食物與營養 (呂榮、林芸芸)
- 96 岩石與礦物 (葉可向)
- 97 皮亞傑的認知論與科學教育 (歐陽鍾仁著)
- 98 科學概念的學習(下) (柯啓瑤著)
- 99 培養科學思考力模式單元教學 (張玉燕著)
- 100 如何教國中數學 (歐陽鍾仁、張平東著)



# 目 錄

壹、導言.....	1
貳、單元資料分析表.....	3
叁、教學內容.....	7
第一章 緒 論.....	7
第二章 固體燃料.....	13
第三章 液體燃料.....	27
第四章 氣體燃料.....	48
第五章 燃 燒.....	57

# 壹、導 言

本書——燃料和燃燒——之內容，以適用於國中教師與師範學生之閱讀參考為主，亦有相當之單元及實驗，可供國中學生之研習。例如，教師在講解本生灯之使用法時，想啟發學生興趣，增加學生知識，可先做本書第五章有關火焰的實驗，當可增強效果。又例如學生做過化學課本中分餾石油的實驗後，他們對於本書第二章中煤的乾餾實驗，當會感興趣的。

燃料和燃燒，是化學工程方面重要課題之一，但屬於專門性的設計及計算，本書自不應多予論述。而與日常生活有關之知識，則為本書所介紹之內容。本書所分五章：第一章緒論，先述研究燃料和燃燒應備之基本常識，例如燃料之分類及熱值等等。第二、三、四等章，則分別敘述固體、液體、氣體等燃料之開採、製煉、性質以及重要用途：例如，煤、石油、酒精、天然氣、液化石油氣等等。第五章為介紹燃燒之知識，除說明燃燒之條件外，並詳述火焰，以期與國中化學教材配合；又於章末還談談滅火常識和工具，在各章敘述文字之間，插以適當圖表。另於章節之後，介紹簡單實驗，均係學生可自行操作，能有顯著結果者。

本書非教科書，所以撰寫型態適於參考之用，不是授課之教材，故各章之末，均未列習題；所有實驗，均將結果敘明；關於各單元資料，亦未作教材結構分析或擬定單元教學活動等等。然而，於第一章之前，列有各單元資料分析表，內含單元名稱、目標、階段、及與教材之關連等項。以期讀者閱讀時，能掌握重心。

## 2 燃料與燃燒

科學的進步，日新月異，編者學淺，本書難免有偏頗或掛漏之處，尚請方家不吝指正，無任感荷。

## 貳、單元資料分析表

說明：(1)單元：係指章次之標題，不另分小單元。

(2)目標：係指行為目標而言，凡讀者在閱讀每一單元或操作某一實驗後；他們在智育、德育、技能等方面之獲得（或曰學習行為之改變），自己能夠具體的表達出來，或能夠指導學生研習。

(3)階段：係指適用某階層讀者之閱讀、參考、或實驗。例如：國中、國小教師，師範學生，國中二三年級學生等。

(4)關連教材係指與現行教材，例如與物理、化學、生物、地球科學等教科書內容之關連。但不以教科書之章節表示，而以教材內容表示之；例如，國中化學：燃燒熱，國中物理：熱量單位等。

單元	目 標	階 段	關 連 教 材
緒 論	①了解燃料之重要。 ②說出燃料之分類（依狀態及來源）。 ③解釋熱值（燃燒熱）之定義及其應用。 ④了解燃燒熱之單位。 ⑤換算熱值之工商業單位為教科書上之單位。 ⑥教師能夠示範燃燒熱之測定法。	國中國小 教師 師範學生 國中二、三 年級學生	國中物理：熱量單位。 國中化學： ①燃燒 ②燃燒熱 ③化學資源—非金屬礦物
固 體	①解釋煤之成因。 ②理解煤之分析法。 ③設計並操作近似分析法。 ④說出煤之分類法，比較各種分類之特點優劣。 ⑤推斷台灣省某地產煤所屬之類別。 ⑥敘述煤之開採法。	國中國小 教師 師範學生 國中二、 三年級學 生	國中化學： ①物質受熱之影響 ②燃燒 ③燃燒熱 ④酸鹼之測定 ⑤化學資源—非

4 燃料與燃燒

<p>燃 料</p>	<p>⑦調查台灣省較大之煤礦開採法。 ⑧建議開採煤之安全注意要項。 ⑨說明煤之性質。 ⑩討論煤之貯存法。 ⑪討論煤在我國用途。 ⑫敘述煤焦之製法及副產品。 ⑬操作乾餾煤及木材之實驗。 ⑭熟練裝置玻璃儀器、加熱、收集蒸餾產品之操作。 ⑮說明木炭之製法。 ⑯評定煤在現代燃料中之地位。</p>		<p>金屬礦物 地球科學：煤之成因</p>
<p>液 體 燃 料</p>	<p>①解釋石油之成因。 ②說出石油和天然氣必相伴存在之原因。 ③列舉石油之主要成分。 ④區別石油之分類法。 ⑤指出世界蘊藏較豐之區域。 ⑥估計世界蘊藏石油量及採罄之年代。 ⑦描述石油之製煉步驟。 ⑧解釋分餾原理 ⑨說出分餾產物及其性質 ⑩解釋辛烷值，十六烷值，發烟點，之定義及測定法。 ⑪解釋裂煉之目的。 ⑫說明重組之重要。 ⑬解釋烷化及聚合之目的。 ⑭說明摻配之重要性。 ⑮討論人造石油之前途。 ⑯裝置分餾石油實驗。 ⑰區別石油產品燃燒之難易。 ⑱說出發酵法製酒精之過程。 ⑲區別糖蜜為原料製酒精與採用澱粉為原料，在製法上之不同。 ⑳辨認變性酒精。 ㉑裝置發酵法製酒精。 ㉒推斷酒精是否能取代石油。 ㉓建議解決能源危機之道。</p>	<p>國中國小 教師 師範學生</p>	<p>國中化學： ①物質的分離— 石油怎樣提煉 ②燃燒 ③燃燒熱 ④催化劑—怎樣 影響反應速率 ⑤什麼叫做發酵 ⑥聚合物 ⑦澱粉能變成小 分子嗎？ ⑧化學資源—非 金屬礦物</p>
	<p>①說出天然氣的來源及成分。</p>	<p>國中國小</p>	<p>國中化學：</p>

<p>氣體燃料</p>	<p>②指出天然氣在應用上的缺點。                  ③說出液化石油氣之來源及成分。                  ④比較天然氣和液化石油氣之優劣點。                  ⑤說明煤氣之製法及成分。                  ⑥解釋煉油氣之操作型定義。                  ⑦敘述煉焦爐氣之製法。                  ⑧比較製煤氣及製煉焦爐氣二者所獲之煤焦有何不同？                  ⑨說明發生爐煤氣之製法及成分。                  ⑩敘述加碳水煤氣之製法。                  ⑪辨別水煤氣和加碳水煤氣之不同。                  ⑫說明鼓風爐氣之來源及應用。                  ⑬說明污揚沼氣之主要成分。                  ⑭教師能夠示範水煤氣之製備。                  ⑮推知水煤氣中含有CO。                  ⑯評定氣體燃料在廿年後之前途。                  ⑰比較固、液、氣等三類燃料之優缺點。</p>	<p>教師                  師範學生                  國中二、三年級</p>	<p>①物質受熱的影響                  ②石油怎樣提煉                  ③燃燒                  ④燃燒熱                  ⑤鼓風爐                  ⑥化學資源—非金屬礦物</p>
<p>燃燒</p>	<p>①說明燃燒之操作型定義。                  ②說明燃燒之條件。                  ③解釋一般人所謂燃點而實係着火溫度，不是化工上的燃點。                  ④列舉影響着火點的因素。                  ⑤解釋自然現象之成因。                  ⑥計算燃燒各種燃料所需空氣之體積。                  ⑦列舉不能達成完全燃燒之原因。                  ⑧設計實驗證明燃燒需要空氣。                  ⑨設計實驗證明着火點與碎分狀態有關。                  ⑩由燃燒實驗證明空氣中含氧之體積比。                  ⑪比較燃燒蠟燭與燃燒黃磷以測定氧之體積，何者結果較正確？                  ⑫敘述火焰各區域之性質（物理或化學作用）                  ⑬設計實驗，推斷火焰各區域溫度之高低。                  ⑭解釋影響火焰溫度之因素。                  ⑮描敘固體煤在爐中各層燃燒之情形。                  ⑯討論以煤為燃料之無烟燃燒，應注意事項。                  ⑰分析滅火之原理。</p>	<p>國中、國小                  教師                  師範學生                  國中一二三年級                  國小五、六年級</p>	<p>國小自然                  ①空氣                  ②燃燒                  ③滅火                  國中化學：                  ①空氣成分                  ②儀器之操作                  ③燃燒                  ④燃燒熱                  ⑤化學方程式                  ⑥氯化氫之製備                  ⑦二氧化碳之製備                  ⑧化學資源—非金屬礦物</p>

## 6 燃料與燃燒

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>⑭列舉家庭滅火器之藥劑。</p> <p>⑮寫出滅火器之化學方程式。</p> <p>⑯解釋泡沫滅火器，何以效果較水為佳？</p> <p>⑰依據滅火原理及已知滅火器，設計自己用的滅火準備事物。</p> |  |  |
|---|--|--|

# 叁、教學內容

## 第一章 緒論

### 1-1 燃料之起源及發展

燃料的用途雖近代才爲人類大大推廣，但遠在上古，人類就已懂得如何使用燃料。鑽木取火就是一個典型的例子，當時人類燃燒木材有兩個主要目的，一方面利用燃料發出之光以照明，一方面利用燃料放出之熱以取暖，煮食。

人類隨著對自然界了解的增加，慢慢的知道那些物質容易燃燒，知道那些物質燃燒的溫度較高，也懂得如何開採天然的煤層。不過人類真正知道如何利用燃料還是在十八世紀工業革命瓦特發明蒸汽機以後，燃料在人類社會的重要性才益形顯著。人類開始利用燃料發出之熱推動機械爲人類所用。今天舉凡一切動力機械之運轉，日常生活必需品之生產，燃料都扮演重要的角色，真可以說是衣食住行之需求，莫不與燃料有密切關係。本書討論之燃料，限於可大量生產價廉，燃燒放出之熱能爲人類所利用之物質。此亦可視爲燃料之定義。

### 1-2 燃料之分類

燃料依其存在狀態可分爲固體燃料 ( Solid Fuel )，液體燃料 ( Liquid Fuel ) 及氣體燃料 ( Gas Fuel )，每種因來源不同又可分爲人造及天然兩類，如表 1-1 所示：



表 I - 1 燃料之分類

型 式	天 然	人 造
固 態	煤 ( Coal ) 木材 ( Wood )	煤焦 ( Coke ) 木炭 ( Charcoal )
液 態	石油 ( Petroleum )	汽油 ( Gasoline ) 煤油 ( Kerosene ) 柴油 ( Fuel oil ) 合成汽油 頁岩油 ( Shale oil )
氣 態	天然氣	酒精 發生爐煤氣 ( producer gas ) 鼓風爐煤氣 ( Blast furnace gas ) 水煤氣 ( water gas ) 液化石油氣 ( Liquefied petroleum gas ) 煉油廠氣 ( Refinery oil gas ) 煤氣 ( Coal gas ) 污水氣 ( Sewage gas ) 乙炔 ( Acetylene )

### 1-3 燃料之熱值

任何化學反應皆伴有熱量之變化，有的吸熱，有的放熱，此熱量變化稱反應熱。燃料的燃燒皆為放熱反應，放出熱量的大小，稱為熱值 ( Heating value )。有時交用燃燒熱 ( heat-of-combustion ) 或卡值 ( calorific value ) 等名稱。