

中華民國建國六十年紀念

現代科學譯叢

譯權所有人：國立編譯館



譯者：程惠波
校訂者：蘇鴻烈

物質科學導論

正中書局印行

005451

N 05

C740

現 代 科 學 譯 叢

物 質 科 學 導 論

譯 者：程 惠 波
校訂者：蘇 鴻 烈

正 中 書 局 印 行



版權所有

翻印必究

中華民國六十二年二月臺初版

現代科學
譯 著 物質科學導論

全一冊 基本定價二元八角
(外埠酌加運費滙費)

譯	者	程	惠	波
校	訂	者	蘇	鴻
發	行	人	李	潔
發	行	印	刷	局
		正	中	書

臺灣臺北市衡陽路二十號
暫遷臺北市南昌路一段十二號

海外總經銷 集成圖書公司

(香港九龍旺角洗衣街一五三號地下)

海 風 書 店

(日本東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地)

內政部登記證 內版臺業字第〇六七八號(6588)大興
(1000)

給同學們的話

這本書是為各位對物理學以及化學中的一些最基本的事實和觀念作有效地研究時提供出一些有力的方針。各位若欲研究成功，除了讀本書以外，應該還需要讀更多有關方面的書。為要瞭解自然所遵行的常則和估計已被承認的人類成果的價值，各位同學應該親自跟自然作生動的談話，這就是說各位應該親自去作實驗。

與往日常見的許多科學實驗教本比較起來，你將發現舊教本需要許多複雜而昂貴的儀器；而本課本中所用的僅是那些只需用到你的腦筋和你的手的極為簡單的儀器。也許你要驚訝使用這樣簡單的儀器居然可以學到這麼多的東西！同樣地，本書中所採用的數學，完全沒有超過你最熟悉的、能運用自如的算術範圍之外。

在本書中常用一組組從實驗而來的數據來引伸出一些有用

2 物質科學導論

的結論。若要靠各位自己的力量收集這些數據將是一件很繁重的工作，因此在本書設計實驗的時候，把收集數據的工作平均分攤給班上每一同學，然後把全部數據集合起來，作個歸納性的討論，再引伸出結論的。

注意，本書中附上一頁頁的空白紙是供你實驗時記錄用的，這樣，你可以記下你的實驗數據並匯合全班同學的數據作參考。我們採用這種不尋常的步驟，因為本書在設計時不是只需要你自己的實驗結果就夠了。這本書若沒有到把你的觀察記錄，對實驗結果的註解，以及從全班同學實驗結果引伸出的結論全部寫下來以前，實在不能算是一本完整的書。你將發現當你把本書一章章往下讀時，需要頻頻地翻閱前面所記錄的資料的。

如果你的老師選定這本書作為你的物質科學的教課書，他不會要你到教室來，擺出“我在這裏，請把全部情況告訴我”的姿態來。他頗希望你先去作實驗。他只是幫助你解答在實驗中你發現的問題，提供實驗時你所需要的技術性材料，主持班上的實驗討論，解釋教材，以及解答章末的習題等。因為他不會花太多的時間在講台上傳授知識的，所以大部份的知識主要還是要靠自己追尋。這將是一件令人愉快和滿意的經驗。

謝 忱

物質科學導論這本教課書一般的結構和許多實驗作業，來自 IPS 組織發展出來的用於高中的物質科學教材。本書教材的

內容特別是爲大學用而寫的，尤其編進教材內的幾個實驗，便是爲了這個目的。

全書的每一章節也是全部由 IPS 組織的會員所寫，而 Robert Estim 教授、Charls M. Shull 教授和 Byron L. Youtz 教授所寫的教材所佔的份量尤爲最多。

實驗作業部份由 Judson B. Cross、John H. Dodge、Elisabeth C. Lincoln、Harold A. Pratt、和 James A. Walter 持筆的。

在過去三年中，我們曾在幾個大學裡試用過這本教課書。基於這些經驗，我們曾作了許多重要的修改。這個工作主要是由 Judon B. Cross、Charles M. Shull 和我爲了調整試驗計劃而完成的。

我們以十分愉快的心情接受 R. Paul Larkin 在本書初版時當我們藝術顧問那段時間內對我們的服務，全書中的圖畫幾乎都是他一個人畫的；同時還要感激 George D. Cope、Joan Hamblin 和 Victor E. Stokes 在照片上的服務；Benjamin T. Richards 在印刷上的服務；和 Geraldine Kline 在行政支持上的服務。

我還要感謝 Prentice-Hall 公司大學部的編輯部和技術部，他們協助我們決定了這個版本的最後形式。

我們的全部計劃受到國立科學基金會 (National Science Foundation) 的全力支持，在這裏，我們也要深深地致以謝忱。

URI HABER - SCHAIM

目 錄

第一章 緒 論.....	1
1.1 一些性質與一些問題.....	6
1.2 實驗：有教導意味的拆壞行為.....	7
第二章 物質的量度.....	13
2.1 體積.....	14
2.2 質量.....	18
2.3 質量與重量.....	20
2.4 實驗：等臂天平.....	22
2.5 溶解塩的質量.....	25
2.6 實驗：其他反應中質量的改變.....	29
2.7 實驗：氣體的質量.....	29
2.8 質量之守恒.....	30
習 題.....	36
第三章 特殊性質.....	45
3.1 密度.....	45
3.2 實驗：固體的密度.....	48
3.3 實驗：液體的密度.....	49

2 物質科學導論

3.4	實驗：氣體的密度	50
3.5	對密度更進一步的註解	55
3.6	實驗：固體的熱膨脹	59
3.7	線膨脹係數	62
3.8	液體的熱膨脹	66
3.9	氣體的熱膨脹	71
3.10	固體的彈性	74
3.11	氣體的彈性	76
3.12	實驗：凝固與熔化	80
3.13	實驗：微量熔點	82
3.14	更進一步透視凝固與熔解	87
3.15	實驗：沸點	94
3.16	實驗：混合物的沸點	96
	習題	96

第四章 溶解度 115

4.1	實驗：溶解度	117
4.2	實驗：溫度對溶解度的影響	120
4.3	實驗：混合物之溶解度	122
4.4	醇類	129
4.5	實驗：作溶劑用的醇類	132
4.6	實驗：作溶劑用的酸類	132
4.7	酸類的備製	133

4.8	由酸溶液製得的兩種氣體·····	135
4.9	實驗：某些氣體與它們的性質·····	137
4.10	實驗：氣體的溶解度·····	139
4.11	其它溶劑·····	142
	習 題·····	143
第五章 物質的分離·····		153
5.1	從液體直接分離固體法·····	154
5.2	實驗：固體混合物的分離·····	154
5.3	分別結晶·····	155
5.4	實驗：兩種可溶固體的分離·····	157
5.5	實驗：液體的分離·····	158
5.6	分餾：甲醇與水·····	162
5.7	實驗：分餾·····	167
5.8	共沸液·····	167
5.9	石油·····	176
5.10	氣體的分離：氮與氧·····	178
5.11	氣體的液化·····	181
5.12	低溫·····	182
5.13	空氣的分餾·····	187
5.14	混合物與純質·····	188
	習 題·····	190

第六章	化合物與元素	201
6.1	實驗：氯化鈉的一些性質	201
6.2	實驗：水的分解	203
6.3	水的合成	206
6.4	實驗：氯化鋅的合成	208
6.5	實驗：與銅的反應	211
6.6	定比定律	216
6.7	實驗：氧化銅的還原	223
6.8	化合物	225
6.9	元素	225
6.10	兩個特殊的例子：生石灰與“氯氧酸”	232
6.11	實驗：元素的火焰試驗	235
6.12	實驗：元素的放射光譜	235
6.13	光譜的分析	236
6.14	“稀土”元素	241
	習題	247
第七章	放射現象	257
7.1	實驗：某些物質在照像底片上以及蓋革計數器上的效應	258
7.2	白克瑞爾實驗	260
7.3	鈾與鐳的發現	263

7.4	放射現象的早期研究	265
7.5	放射性元素與化合物之對照	269
7.6	實驗：機遇與波動	270
7.7	實驗：從放射性物質來的計數	272
7.8	物質之不連續單位？	272
	習 題	281

第八章 物質的原子模型 285

8.1	模型	285
8.2	實驗：黑盒子	287
8.3	物質的原子模型	289
8.4	實驗：書釘與橡皮環；定比組成	293
8.5	實驗：由 F_s 與 R 合成之一些其它化合物	296
8.6	從物質之原子模型所作的預言	296
8.7	實驗：兩種銅的化合物	300
8.8	倍比定律	305
8.9	分子	309
8.10	亞佛加特羅的假說	313
8.11	分子式	315
8.12	相對原子量	317
8.13	固體中之分子	320
8.14	放射性元素與原子模型	320
8.15	實驗：“立方體衰變”	321

6 物質科學導論

8.16 半衰期	322
----------	-----

習題	325
----	-----

第九章 原子與分子之大小與質量	337
-----------------	-----

9.1 薄層之厚度	337
-----------	-----

9.2 實驗：油酸分子之大小與質量	339
-------------------	-----

9.3 氫原子之質量	343
------------	-----

9.4 鈾原子之質量	350
------------	-----

9.5 鈾原子及氫原子之大小	354
----------------	-----

9.6 原子量與摩爾數	356
-------------	-----

9.7 最簡單的化學式	360
-------------	-----

習題	362
----	-----

第十章 分子運動	371
----------	-----

10.1 導言	371
---------	-----

10.2 分子運動與擴散	372
--------------	-----

10.3 氣體的密度及壓力	375
---------------	-----

10.4 波義耳定律	379
------------	-----

10.5 壓力	386
---------	-----

10.6 實驗：不同氣體之分子運動速率	388
---------------------	-----

10.7 溫度與分子運動速率	393
----------------	-----

10.8 液體中與固體中之分子運動	397
-------------------	-----

10.9 實驗：小晶體的生長	401
----------------	-----

10.10	高壓下氣體的行爲·····	404
10.11	下一步是什麼？·····	408
	習 題·····	409

第一章

緒論

“接著要作的是什麼呢？……拋開你的心事，專心一志地聽著真實道理的講解。我很真誠地爲你們編排好了教課，在你們尚未充分瞭解它們以前，請不要貿然地拒斥它們。我將對你們解說有關宇宙最後的實體。我要揭露自然用來創造萬物，繁殖萬物，並且飼養萬物的原子，而當物種死亡的時候，那些原子，自然又從它們的身上一個一個地分解下來……”

魯克雷第 (Lucretius) *

*註：這是魯克雷第在紀元前55年所著的一本書“宇宙的本性 (The Nature of the Universe) ”裏的一段話。

2 物質科學導論

人類自從他的早年開始就受到了物種各式各樣的形狀，大小不同的體積，以及種類繁多的品種之挑動而激發了他的好奇心。我們每一個人可能都曾經經歷過無數次這樣的驚異：自然已在我們地球上造成了許多物種！確實的，有一個常被掛在嘴邊的時髦問題，這樣問道：“自然是否也在我們太陽系裏別的行星上或太陽外的星球上把物質造成與我們地球上相類似的物種？”

讓我們回頭來看有歷史記載以前的一段漫長歲月中的情形。那時人類推理的能力已經能夠使他在物體與構成此物體的質料之間作有力而基本的區別。憑著他對物體的外觀、觸覺和味覺簡單的試驗，他不但能夠按照物體的大小及形狀或用途而且能夠按照物質的樣品來分類。人類從物質分類的經驗裏，啓發他去尋找組成物質的原始質素，或者叫它爲元素——組成所有物質的最後成分。這個工作已經進行了一段很長的時間了，起碼從紀元前 600 年起已經開始這個工作，一直到現在還在進行。關於這方面的工作，其進步的狀態，可把它分爲若干時期，而每一個時期的代表元素，列表如表 1.1：

第二個想到的問題是“元素最後本性”的問題。這跟“元素有多少種”的問題同等重要，而且更爲基本。元素是不是連續的呢？它可不可以永遠分割下去？有沒有最小的最後質點存在？在本章開頭所引用魯克雷第的一段話裏，他明白地提議去揭露宇宙的最後實體，這個實體是永遠存在的，不可再分割的質點，他叫它爲原子。

表1.1 各期尋出的元素表

水	1 個元素	紀元前 600 年	(Thales) 泰 利 斯
土、水、空氣、 火	4 個元素	紀元前 330 年	(Aristotle) 亞里斯多德
硫黃與水銀	2 個元素	公元 900 年	(阿拉伯鍊金術者)
土、空氣、水、 酸、鹼、燃素、			(Higgins)
光	7 個元素	公元 1776 年	伊 經
光、熱、氧、 氮、氫、硫、			(Lavoisier)
……、砂	33 個元素	公元 1789 年	拉 瓦 西
氫、氮、鋰、 ……鈾	92 個元素	公元 1941 年	
氫……鈾……鏷	103 個元素	公元 1968 年	

當時，對於這個實體的認識僅止於名稱而已，既無法證明它的存在，也沒有給予我們任何的瞭解。“原子”這個字的本身並沒有真正說明什麼，也沒有幫助人去預測物質的任何性質或瞭解那一種變化是可能或不可能發生。魯克雷第，以及他傑

4 物質科學導論

出的祖先德謨克利達（Democritus），瞭解這一點，所以他提出一些有利於理解及印證他的學說的論證。這些論證來自幾個特選的觀察事實，引用邏輯上的推敲，而以比擬或斷言的方式導出他的學說的。我們再引用他的原文為例：

“我們的出發點將從這個原理開始：沒有一樣東西是藉著神力從虛無中創造出來的……如果東西可來自虛無，那麼任何一樣品種可生自另一任意的母源，沒有一樣品種再需要它的種子了。人可生自大海，而有鱗的魚可生自陸地，鳥類可以在空中孵出……因為每一樣品種是從它特有的種子生出來的，當它降生到這個陽光世界來時，唯有在有利於生存的物質環境裏，供應它攝取生活物質，即物種生存所需之原子，它才能生存下去。

再說，為什麼我們看到玫瑰花在春天出現？穀類在炎暑成熟？葡萄在秋季收穫？自然這是因為被創造的每一種物種各有它特有的種子，每一種物種有它自己適宜的季節開花、結果。……每一樣東西都按其本性而逐漸生長，並且從它自己的種子而保留它原有的特性。每一種物種都靠著它原有的原料繁殖、滋長的，這是合理的推論……。還有一點更為重要，沒有適量的雨，地球沒法供養茂密的生長。缺乏食物，動物無法繁殖其種族或延續它自己的生命。從這幾個實例我們可以得到一個結論：有許多種元素是很多物種所共有的，好像很多英文單字含有許多相同的字母一樣，這比“沒有原子，任何東西都不能存在”的說法更具體，更實在。

第二個大原理是：自然可將每一樣東西分解成為成份原子，