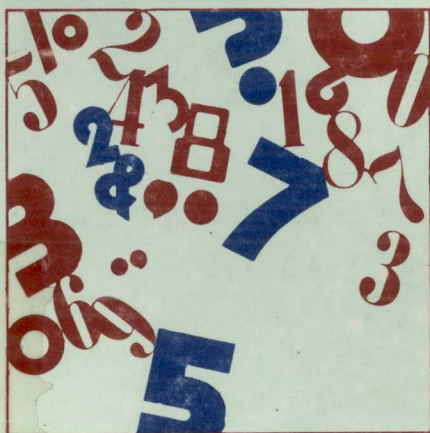
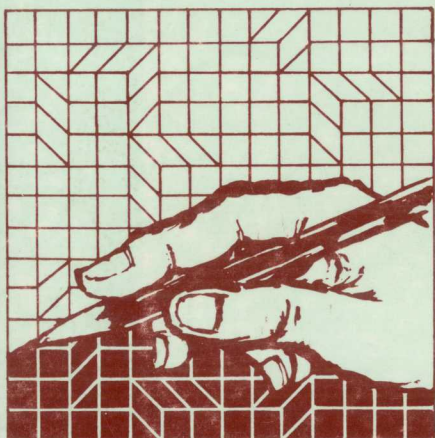
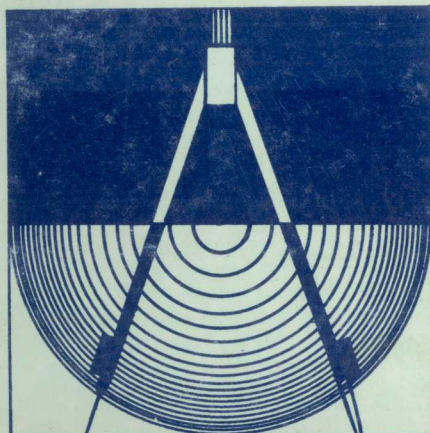


化學實驗的安全指導

國民教育科學教學資料叢書 83

陳鏡潭 著



國立教育資料館主編
幼獅文化事業公司印行

0003446J

化學實驗的安全指導

陳鏡潭 編著



600530



1908—CHA

國立教育資料館主編
幼獅文化事業公司印行

國立中央圖書館出版品預行編目資料

化學實驗的安全指導／陳鏡潭編著。--初版。--臺北市：幼獅，民 69

面；公分。--(國民教育科學教學資料叢書；83)

參考書目：面

ISBN 957-530-295-8 (平裝)

1. 化學-實驗

347

80004786

化學實驗的安全指導

主編者：國立教育資料館

編著者：陳鏡潭

出版者：幼獅文化事業公司

發行人：李鍾桂

公

司：臺北市重慶南路一段66之1號3樓
電話：(02)三一八三二

郵政劃撥

：〇〇〇二七三七—三

門市

：①幼獅文化廣場：臺北市衡陽路6號
電話：(02)三一八五三

②高雄幼獅書坊：高雄市中正路189號

電話：(07)二八二—二七八四

印刷者：崇實印刷有限公司

定價：五元

出版：中華民國六十九年八月初版

中華民國八十年十二月四日印

行政院新聞局核准登記證局版臺業字第〇一四三號

版權所有·翻印必究

36023

13.50元

ISBN 957-530-295-8(平裝)

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；教師之進修，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，聘請熊先舉先生擔任總主持人，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啟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

民國六十二年十二月
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劃」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，至六十七年六月全部完成。

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，除積極清理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，并按原定計畫續編二十七種，使成完構。

本叢書之編輯，先後達五年之久，是爲一項長程接力；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，使本館得以完成艱鉅任務。際茲編輯告成。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

目 錄

壹、中學化學實驗事故和安全教育	1
1 前 言	1
2 中學化學實驗室發生的事故	2
3 化學實驗的安全教育	17
貳、化學實驗室常發生的意外和安全措施	25
1 危險物質的分類	25
2 火災，防火與滅火	29
3 燃料氣和電引起的災害	42
4 化學儀器的安全操作	44
5 化學藥品的毒性與安全使用	59
6 傷害的預防與急救	88
叁、化學實驗室的安全管理	101
1 化學實驗室的安全設計	102
2 化學儀器的管理	108
3 化學藥品的管理	109
4 化學實驗室廢物的處理	112
肆、參考資料	121

壹、 中學化學實驗事故和安全教育

1. 前 言

化學實驗往往潛在有傷害、火災、中毒、爆發及其他的偶發事件。一般而言，實驗室中發生的事故，比化學工廠中引起的火災、爆炸等事件規模較小，然而其對策却不能因此而置之度外。特別是國民中小學階段的實驗安全教育係以初學者為對象，故而更加重要。指導人須有適當切實的準備和行動，學生應有隨時注意和正確的實驗態度。不但如此，為了防止災害的發生，為了處理萬一發生的事故，更必須有適當切實的實驗環境，急救設備和管理措施。如何指導學生持正確的實驗態度，進行安全的實驗呢？應讓學生仔細研討：「化學實驗的事故是怎樣發生的？」「為什麼會發生？」只強調“危險!”，“不可以!”並不是安全教育。

往昔，在國民中小學的階段，化學實驗多半是以教師示範實驗為主。近年來，化學教學注重以學生的親身體驗作基礎，先從實驗觀察入手，由學生親自做實驗，再討論從實驗觀察所引起的問題，再進一步綜合，歸納，作出結論。現行的國中化學教材如此，將來的化學教材中學生在實驗室，甚至於在教室，親自做實驗的機會必然有增無減。儘管初級的化學實驗都考慮選擇比較安全的實驗教材，然而有待安全指導的實驗並非少數。至於實驗室的安全措施和管理的重要性更不待贅言，因啟蒙時代的安全教育，是一切安全教育的基礎。

2. 中學化學實驗室發生的事故

中學的化學實驗的安全性如何？發生事故的頻率如何？危險性較多的實驗有那些？在國內未見有調查報告，但外國的調查報告可供參考。日本全國理科教育中心研究協議會，在1965及1975，前後二次進行全國小學、初中及高中各級學校學習自然科學中發生的實驗事故的調查。茲略述其調查報告（1975）於後：

【1】 調查方法

此調查包括1972年4月1日至1975年3月31日，三年內發生的實驗事故。調查對象為全國小學、初中、高中的學生及教師。調查內容包括二部分：(1)學習自然科學發生的事故，其災害的程度、狀況、場所等。(2)舉出有危險性的實驗，調查其實施與未實施之件數。

【2】 調查結果

被調查的學校約20,000所，其中回答的學校有8,669所。對事故有回答的件數如下：

學校種別		小 學	初 中	高 中	計
回答件數	回收件數	4,836	2,536	1,297	8,669
回答有事故的件數	有	1,106	575	277	1,958
	無	3,730	1,961	1,020	6,711

表(1-a)(1-b)及(1-c)係實驗引起的事故統計(小學、國中及高中)。表2是危險性實驗教材實施情況之調查。

【3】 調查中顯示的危險性較大的實驗

前節敘述實驗事故的概略，本節將各實驗事故加以分析，研討引起事故的原因——實驗操作上的錯誤呢？處理藥品時不小心發生的？或者是缺少對藥品的知識引起的？

(1)玻璃細工及玻璃器具的操作

此類事故件數很多，佔初中事故的第1位，在高中佔第2位，在高中出過重症之例。事故內容，在初中則為器具的翻倒、掉下而破損玻璃器具引起的受傷較多。洗淨器具時的裂傷也不少。初中、高中的事故中較多的是把玻璃管穿過橡皮塞的操作，不留心穿傷手指。以玻璃棒攪拌燒杯中的溶液時，打破燒杯，流出的藥品溶液引起藥傷的例子也有。

(2)酒精燈

酒精燈引起的事故，在初中頗多。譬如以燃燒中的酒精燈點燃另一個酒精燈以及點燃酒精過多的酒精燈等。

(3)本生燈、汽油噴燈等

事故的原因包括：不正確的點燃操作所發生的火傷，觸及本生燈加熱的器具引起的火傷等，由於實驗操作上的錯誤而發生火傷的機會較多。這些都需要指導正確操作法。

(4)氫氣

此亦在初中頻發之事故，大部分是直接點燃產生中的氫氣，或者是引火發生的爆發事故。災害內容包括，氫氣爆發時玻璃碎片所引起的割傷，或者是酸引起的藥傷。其中，大部分是以燒瓶破損所引起的傷害較多；如果使用試管的小型發生裝置可達實驗目的，或許不必使用燒瓶。

(5)氧氣

大多數的事故原因是：試藥量過多或濃度過高。由於試藥

4 化學實驗的安全指導

表 1 - a 理科實驗意外事故統計 (小學部分)

號 碼	引起事故之實驗材料及操作	事 故 件 數	肇 事 者				被 害 者			對 人 體				
			男	女	教	其	本	周	其	種 類				
			生	生	師	他	人	人	他	藥	火	割	中	其
										傷	傷	傷	毒	他
1	玻璃細工, 玻璃器具	283	158	54	34	2	211	22	1	5	35	155		1
2	酒精燈	156	107	32	15	1	122	58	3	2	113	4	1	4
3	本生燈等	2	2				2			2				
4	理科工作	7	5	1	1		10			2	4			
5	氫氣	30	11	4	17		23	44		4	2	25		1
6	氧氣	22	14	3	6		28	10		13	4	2	1	
7	氯酸鹽													
8	鈉													
9	硫酸	7	6	1	1		5	4		2	1			1
10	鹽酸	70	40	21	8		60	13	1	49	13	4	1	3
11	硝酸	1		1			1			1				
12	醋酸或其他酸	8	6	1			7			7	2			
13	氫氧化鈉	36	28	8	1		36	17		30	5	1		
14	氫氧化鉀													
15	其他鹼類	7	6	1	1		5	7		4	1			2
16	揮發性, 引火性藥品	13	7	1	4		9	5		10				2
17	爆發性, 發火性藥品	11	7	6	1		13			8		1	1	
18	毒氣, 其他劇毒物質	28	20	6	7		66	12		19	1		2	1
19	野外觀察	25	21	7			25	4				21	1	4
20	上述以外的物理實驗	95	59	18	8		70	18	1	2	44	21		6
21	上述以外的化學實驗	133	81	47	5		117	48		11	74	20		5
22	上述以外的生物實驗	81	42	13	5		48	17	1	3	8	32	1	7
23	上述以外的地學實驗	25	18	4			19	3		3		14		2
24	危險的遊戲	20	19				18	1		2	11	4		
25	其他	46	20	21			34	4		2	9	26		4
計		一一〇六	六七七	二五〇	二四	三	九二九	五九七	七	一五六	三四八	三三四	三八	四三

的 傷 害		器具、環境 等的被害	發 生 時 間									
程 度	傷 害 部 位	衣 儀 設 器 施、 器 器、 服 具 備	上 課 (上午)	上 課 (下午)	社 團 活 動	自 由 研 究	休 息 時 間	上 學 前	放 學 後	校 外		
死 重 中 輕 其 亡 症 症 症 他	其 臉 眼 口 手 腳 他											
29 161	11 2 158 1 3	3 184 8	135 71	11 3	19 5	21 1						
1 18 96 1	43 72 7 4	17 32 14	82 51	13 1	6							
2	1 1		1	1								
1 5	1 4	1	2 2		1	2						
4 23 3	12 9 14 2 2	28 1	13 7	10 1	1							
2 19	3 4 12 1 1	2 4	12 6		1							
3 1	2 2	4 3		1 1		1						
3 61 2	14 23 1 21 7 3	9 8 1	44 16	3 1	1 1	4						
1	1		1									
6	3 4 1 1	1	5 1 1			1						
1 34 1	5 14 3 9 2 3	4 7 1	18 13	1	1							
7	1 5 1		3	1	1							
1 3 9 1	3 1 5 1 2	4 2	7 4	1		1						
1 9	1 2 5 2	1	5 3									
3 24 1	2 1 19 4 1	2	10 10	3		1 4						
5 21	10 2 5 12 2	1 1	13 5	1 1		2 5						
6 68 1	7 5 2 49 5 6	1 23 1	51 24	7	4 1	3 1						
10 112 3	24 12 1 73 20 2	5 26	93 30	7	1 1	1						
7 37 3	3 8 1 21 9 6	2 22 2	32 7	3 2	8 2	13 5						
4 16	2 3 9 3 4	6	13 5	1	3							
8 6	8 1 7 2 2	1 2	1 1		3	3 6						
4 36	4 5 17 8 3	8 2	23 9	1 1	3 3	2 1						
三 一〇八	一五九 一〇一 二七 四八八 九三 四八	五四 三五八 三二	五六四	二六六	六五	一一	五四	一四	六〇	二六		

6 化學實驗的安全指導

發 生 時 的 活 動 情 況											有 無 指 導 者			發 生 原 因 之 推 定			事 後 指 導	
教 師 示 範	學 生 實 驗	室 外 野 外 實 習	製 備 實 驗 作	預 備 實 驗 備	準 備 庫	整 理、歸 庫	運 搬（室 內 外）	家 庭 學 習	遊 戲	其 他	有 指 導 者（教 師）	有 指 導 者（其 他）	無 指 導 者	指 導 者	兒 童 學 生	設 施、設 備	指 導	未 指 導
7	124	4	5	7	45	64	8		1	6	209	11	27	111	161	22	196	36
11	132		1	1	3	4				1	145		5	90	105	13	132	10
	2										2			2	1		1	1
	1		5		1					1	3		4	3	5		5	2
16	14			1		2					29			25	9		22	4
4	14			3							19			16	9	1	20	
	1			1	1						2	1		2	2	1	4	
4	57			1	8	2					59	3	2	40	40	3	52	6
	1										1							
	7				1						8			4	6	1	6	1
	32	1		1	1	1					32		1	21	30	1	32	2
	3				1	1					4		1	3	3		3	
4	8				1						12			7	5	1	11	
1	7							3			8		3	5	7	2	9	1
2	16			4	3	2	1		1		26	4		19	14	6	27	5
	21	1					1		4		22		2	5	15	2	9	7
11	65	3	3	2	3	7			5		88	1	3	53	53	7	67	12
18	90	1		1	7	8			2		120	1	4	84	99	16	115	9
3	21	14			6	5	5	4	10		48	6	12	34	41	10	64	3
1	8	5			2	1	1	5			18	3	6	7	20	2	21	1
	1					1		17			2		16	4	15	2	18	
4	17	3			5	3	1	4	8		30		4	9	29	6	25	19
八 六 六 二 一 五 二 一 一 七 二 一 八 八 一 〇 一 一 一 七 四 一 三 一											八 八 七 二 三 九 〇			五 四 四 六 六 六 九 九 六			八 四 〇 一 一 九	

表 1 - b 理科實驗意外事故統計 (初中部分)

號 碼	引起事故之實驗材料及操作	事 故 件 數	肇 事 者				被 害 者			對 人 體				
			男	女	教	其	本	周	其	種 類				
			生	生	師	他	人	人	他	藥	火	割	中	其
										傷	傷	傷	毒	他
1	玻璃細工，玻璃器具	117	64	22	17		92	14	1	6	15	64		4
2	酒精燈	66	45	20	1		49	36	1	1	54	1		2
3	本生燈等	13	7	4	1		10				8	1		
4	理科工作	4	4				4				1	3		
5	氫氣	31	15	3	12	1	31	48		2	1	22		
6	氧氣	7	5		2		8	30		1		5		
7	氯酸鹽	33	23	7	2		36	17		7	24	1		
8	鈉	5	3	2	2		8	4			5	1		
9	硫酸	23	12	4	4		17	6	1	14	1			3
10	鹽酸	12	3	7	2		15	15		8	1		1	
11	硝酸	7	4	3			5	1		4	2			
12	醋酸或其他酸	7	5	2			7	5		5	2			
13	氫氧化鈉	21	16	3	2		18	8	1	18	3			
14	氫氧化鉀	1		1			1			1				
15	其他鹼類	7	3	2	1		7	5		5				2
16	揮發性，引火性藥品	16	12	2			15	19	3	2	9	1	2	1
17	爆發性，發火性藥品	19	12	2	3		12	23		1	10	3		1
18	毒氣，其他劇毒物質	12	8	2	2		10	3	1	2	2		5	2
19	野外觀察	8	8				3	1				6		3
20	上述以外的物理實驗	36	20	7	5	1	26	11	5	4	16	6		4
21	上述以外的化學實驗	71	37	22	7		72	8		18	33	7	1	5
22	上述以外的生物實驗	22	13	4	2		19	5		2	7	6		2
23	上述以外的地學實驗	3	2	1			4					2		
24	危險的遊戲	8	8				8	1		1	3	1		1
25	其他	26	15	6			20	2		3	8	11	1	
計		五七五	三四四	一二六	六三	二	四九七	二八一	一三	一〇五	二〇六	一四一	一〇	三一

8 化學實驗的安全指導

的 傷 害										器具、環境 等的被害			發 生 時 間								
程 度					傷 害 部 位					衣 服	儀 器、 器具	設 施、 設備	上 課 (上午)	上 課 (下午)	社 團 活 動	自 由 研 究	休 息 時 間	上 學 前	放 學 後	校 外	
死	重	中	輕	其	臉	眼	口	手	腳												其
亡	症	症	症	他																	
		4	78	4	1	1		76	4	2	3	75	3	47	39	7	1	8	4	4	
		9	41	3	16			32	2	5	8	14	3	25	37	2		1		2	
		1	3		1			8			1	2	2	6	2	2		1		1	
			4					4								3				1	
		3	20		12	2		16		1	4	24	3	9	12	4	2	2		3	
		2	4		2			4		1	1	5	1	1	1	4	1				
1	8	22			4	1		25	1	3	6	22	3	20	11	2			2	1	
		5			3			2			1	2	1	4	1						
		17	2		3	4		6	1	3	9	2	2	4	7	4		2	1	3	
	1	9			1	4	1	3	3		4			8	1	1	1			1	
		6			1	1		3	2	1	1			5	2						
	1	5			4	3	1			1				4	2		1				
	4	17			1	15		3		1		2		10	5	3	1			2	
		1				1								1							
	1	6	1			4		1	1	1		2		5	1			1			
1	2	11	1		5	1		7		3		4		7	6	2				1	
2	4	7	1		5	1		9			1	5	3	4	2	7		1	1	2	
	1	6	2		2			1	1	4	1			8	4			1			
		7			1	1		2	2	2				2	1	1		1		3	
	3	22	3		1	2		23		2		14		26	9	1	1			1	
	7	49	2		8	17		36	3	3	8	16	2	48	23	2		3		1	
	2	16	1		2	1		12	2	1	1	4		16	7		2			2	
	1	1						1	1		1	1			2						
2	2	2			2	1		4		2	1	2		1			1	1		1	
	1	21	1		2	4	1	11	1	1		4	1	12	6	2	1			2	
三 八 一 五 七 五 六					二 一 二 六 四 三 七					二 〇 二 五 〇 〇 四			二 七 一 三 八 一 四 七 一 〇 二 二 八 三 〇 九								

發生時的活動情況										有無指導者			發生原因之推定			事後指導		
教師示範	學生實驗	室外野外實習	製作	預備實驗	準備	整理、歸庫	運搬(室內外)	家庭學習	遊戲	其他	有指導者(教師)	有指導者(其他)	無指導者	指導者	兒童、學生	設施、設備	指導	未指導
4	65		2	1	20	19	4		1		92	2	5	52	76	9	90	7
	61				1					1	55	4	4	37	43	3	62	2
	10		1		1	1					11	2		4	8	2	10	1
			4								2	1	1		4		2	2
12	16			2		1				1	26	1	1	21	16	4	29	
2	4			1							6			4	2	1	5	
1	29			1	1	1			1		30	2	2	19	21	2	33	
2	4										5			5	3		4	1
1	11	1		2	2	1	1			2	15	3	1	11	11	1	15	
1	8			2		1					9	2		9	8	1	10	
	7										7			3	5		5	
	7										7			6	7	2	7	
2	15		1		1				2		16	2	2	9	16	5	18	1
						1					1						1	
2	4					1					6			3	2	1	5	
	15								1		12	1	3	5	11	3	15	
3	11			2					2		11	1	4	8	10	2	17	
2	9				1						9	1	1	7	6	1	11	
		3			2				2		2	1	5		6		4	2
5	28			2		2	1				36			23	23	5	31	2
8	60			1	1	2	1		2	1	57	2	3	43	45	7	67	2
4	6	1			1	2				3	13	2	1	9	10	1	11	3
	2										3		1	1	2		3	
	2								6		1		5	2	5	1	7	
1	9				2	6				4	16	1	3	6	17	3	15	4
五〇	三八三	五	八	一四	三三	三八七			一五	一四	四四八	二八	四二	二九〇	三五七	五四	四九七	二七