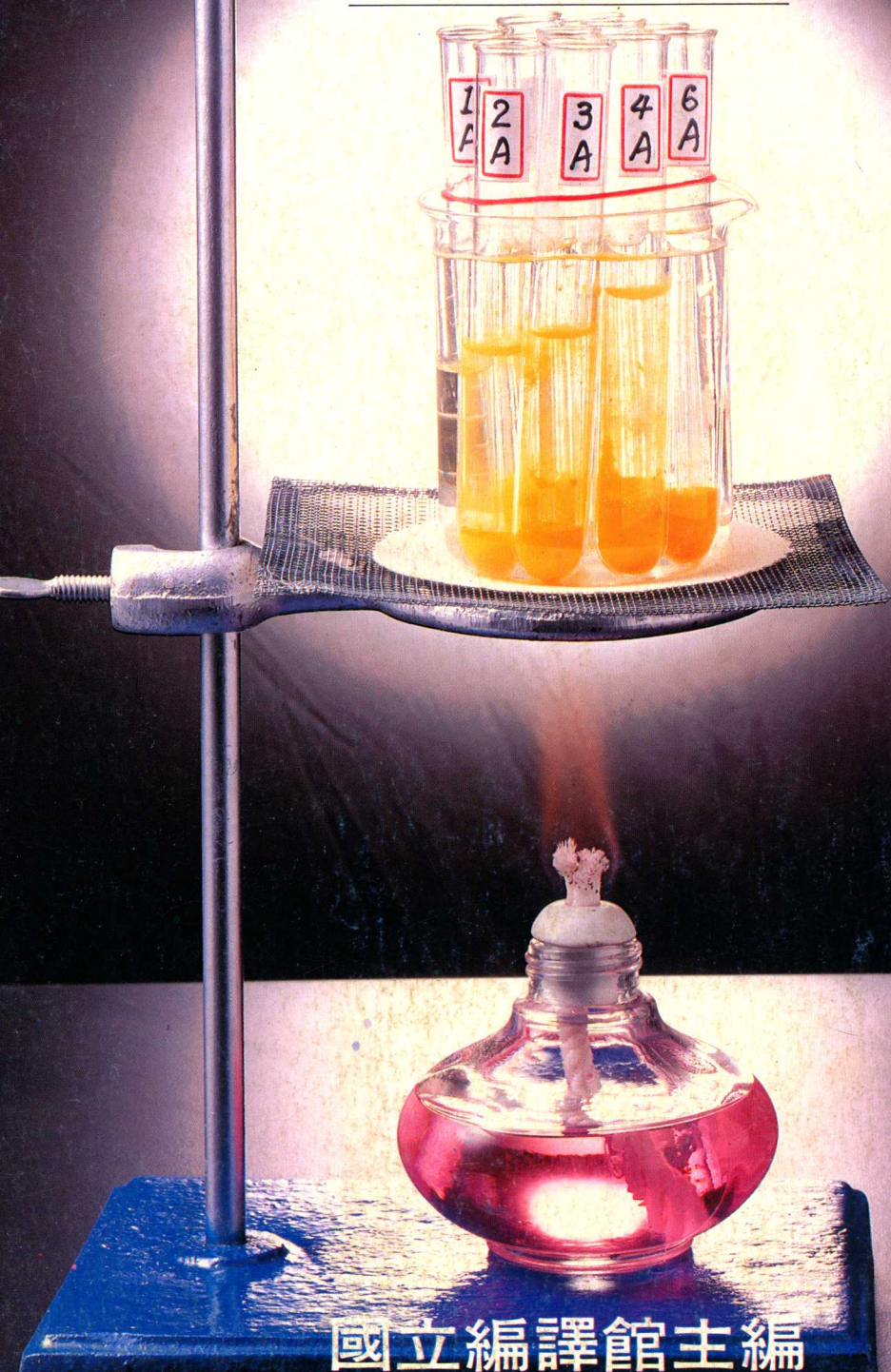


國 民 中 學

理 化

第二冊



國立編譯館主編

中華民國七十六年八月 正式本初版

中華民國八十年一月 改編本初版

國民
中學

理化教科書

第二冊

定價（由教育部核定後公告）

主 編 者 國 立 編 譯 館

編 審 者 國立編譯館國民中學理化科教科用書編審委員會

主任委員 吳大猷

委 員 王麗英 毛松霖 牟中原 周麗玉

林克瀛 林英智 范國業 紀恭謙

郭鴻銘 張輜英 陳文典 黃長司

黃顯明 褚德三 劉廣定 劉謹輔

劉國柱 蔡尙芳 鄭伯昆 鄭師中

魏明通

編輯小組 林英智 周麗玉 紀恭謙 范國業

張輜英 劉廣定 蔡尙芳 鄭伯昆

總 訂 正 吳大猷

版式設計 王行恭

插圖攝影 賴惠成 耿鴻達

出 版 者 國 立 編 譯 館

地 址：臺北市大安區 10770 舟山路二四七號

電 話：三六二六一七一

傳 真：三六二九二五六

印 行 者 九十一家書店

經 銷 者 臺 灣 書 店

辦公地址：臺北市中正區 10023 忠孝東路一段一七二號

電 話：三九二二八六一・三九二二八六七

門 市：臺北市中正區 10023 忠孝東路一段一七二號

電 話：三九二八八四三

郵撥帳號：〇〇〇七八二一五

印 刷 者 內文：興記實業有限公司
封面

編輯大意



- 一、本書係依據教育部七十四年四月修訂公布之國民中學理化課程標準編輯，並自七十八年起參酌使用意見，修訂改編而成。
- 二、國中理化爲物理及化學的統整教材，分成四冊，前兩冊（第一、第二冊）供國民中學第二學年上、下學期教學之用；後兩冊（第三、第四冊）供國民中學第三學年上、下學期選修教學之用，其章節、內容銜接第一、二冊。各冊教學時數，每週俱爲四小時。
- 三、全書係講習與實驗教材相互配合，混合編排，教學時，必須講習與實驗並重。
- 四、本書各單元均以學生有興趣的探討活動爲主，教師講解爲輔，期望學生能認識物質與能量的世界，熟練科學的方法與技巧，發展研究探討的興趣，以養成能運用科學知識、富於創造性、具有科學素養的國民爲目的。
- 五、本書的編輯，盡量配合國小自然科學課程及高中基礎科學課程。書中文字力求淺顯、明確，配合圖表、實驗流程、實物照片，以期內容簡單易懂，生動真實。
- 六、本書編有活動紀錄本，以供學生實驗使用；另編有教師手冊，供教師教學之參考。
- 七、本書編寫雖力求完善，但疏誤之處，在所難免，尙祈學者、專家以及教師們隨時指正。

064/0228-2

國民中學理化

(第二冊)

目次



第八章 化學反應

8-1 亞佛加厥假說·····	1
8-2 原子量、分子量、莫耳和莫耳濃度·····	4
8-3 化學反應表示法·····	7
8-4 簡單的化學計量·····	9

第九章 一些重要的元素

9-1 元素分類示例·····	19
9-2 一些重要元素的性質及反應·····	27

第十章 靜力平衡

10-1 力與形變·····	41
10-2 力和移動·····	42
10-3 力矩和轉動·····	48
10-4 移動與轉動平衡·····	54

第十一章 直線運動

11-1 時間·····	61
11-2 位置·····	64
11-3 等速度直線運動·····	65
11-4 非等速度直線運動·····	69

11-5	等加速度直線運動	76
11-6	非等加速度直線運動	81
11-7	自由落體	81

第十二章 力與運動

12-1	牛頓第一運動定律	89
12-2	牛頓第二運動定律	91
12-3	牛頓第三運動定律	97
12-4	圓周運動	101
12-5	萬有引力	103

第十三章 功與能

13-1	功與動能	109
13-2	功與位能	114
13-3	動能和位能的相互轉換	118
13-4	功率	120
13-5	簡單機械	121
13-6	摩擦力	133

第八章 化學反應

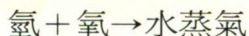
我們可以察覺到周圍的物質時時都在發生變化，例如鐵的生鏽、木材燃燒生成氣體和灰、食物在生物體中轉變為生物體的成分。在實驗室也試驗過呼出的二氧化碳使石灰水混濁、水電解成氫和氧等。由第一冊知道，這些都是化學變化，是物質經由化學反應而改變成新物質。根據道耳吞學說，所謂化學變化是原子間以新的方式重新結合成另一種物質，在變化的過程中，原子不會改變質量和性質，不會產生新的原子，也不會消失。因此，物質產生化學變化時，在反應物與生成物之間，是否有某種程度的規則呢？它們之間質量或性質相關聯嗎？又我們可用何種化學式與其他符號來表示物質的變化情形？這章我們將探討這些有關化學反應的問題。

8-1 亞佛加厥假說

第七章中已介紹過兩個重要的定律：定比定律和倍比定律。從這兩個由實驗得到的定律，我們知道化合物裏各元素質量比的關係。西元 1808 年法國化學家給呂薩克 (J.L. Gay-Lussac, 1778-1850) 又從實驗得到了另一個重要的定律，就是**氣體反應體積定律**。

氣體在一定的溫度和一定的壓力下發生反應時，各氣體體積成一簡單整數比。

例如氫和氧在高溫下反應生成水蒸氣，則



體積比 2 : 1 : 2

表示 2 單位體積氫和 1 單位體積氧化合生成 2 單位體積的水蒸氣。

又如氫和氯化合生成氯化氫時，由實驗可知其結果是



體積比 1 : 1 : 2

即 1 單位體積氫和 1 單位體積氯化合時生成 2 單位體積氯化氫。由道耳吞原子說只知道氫是由氫原子構成；氧是由氧原子構成；氯是由氯原子構成；而氫原子和氧原子能化合成水；氫原子和氯原子則化合成氯化氫。但不知道水分子究竟含有幾個氫原子與氧原子，氯化氫分子含有幾個氫原子與氯原子；也不知道氫、氧或氯元素的分子由幾個原子所構成。

義大利科學家亞佛加厥(A. Avogadro, 1776—1856)於西元 1811 年提出了著名的亞佛加厥假說。他認為在相同的溫度和相同的壓力下，同體積的一切氣體都含有同數目的分子。這個假說很重要，但其重要性到十九世紀的中葉才為人所注意，由這個假說可以解決上述原子構成分子時它們之間個數的問題。

根據氣體反應體積定律，氫與氧化合成水蒸氣時，氫、氧、水蒸氣之間的體積比是 2 : 1 : 2，而依亞佛加厥假說，這三者的分子數比也是 2 : 1 : 2。也就是說，由 2 個氫分子可和 1 個氧分子化合生成 2 個水蒸氣分子。同理 1 個氫分子與 1 個氯分子化合生成 2 個氯化氫分子。由實際證明，氫與氧化合成水；或氫與氯化合成氯化氫，其分子數僅有上述的關係。

如果我們假設每個分子都是由一個或數個原子構成，則 1 個氧分子與 2 個氫分子既然化合成 2 個水分子，那麼每 1 個氧分子最少須含有 2 個氧原子。又 1 個氫分子與 1 個氯分子化合，可生成兩個氯化氫分子，因此一個氫分子與一個氯分子至少也須各含有二個原子。現在假定氧與氫分子都是由 2 個原子構成，則由以上關係推論，水分子乃由 2 個氫原子和 1 個氧原子構成，如圖 8—1(a)，而氯化氫則由 1 個氫原子和一個氯原子構成，如圖 8—1(b)。



圖 8-1(a)



圖 8-1(b)

註：圖 8-1 之 各
圖每個黑點或
圓圈表示一個
原子， $\square$ 表示
一個單位體
積。

如果氧由二個原子構成一個分子，而氫則由一個原子構成一個分子，當化合成水時，氫、氧與水蒸氣的體積、分子數在同溫同壓時，雖可符合 2 : 1 : 2 的比，如圖 8-1(c)，但卻不能解釋一個氫分子如何與一個氧分子化合



圖 8-1 (c)

成 2 個氯化氫分子，如圖 8-1(d)。



圖 8-1(d)

由亞佛加厥假說可更合理解釋定比定律、倍比定律與氣體反應體積定律，對分子與原子也能有更多了解。現在我們已經可由許多其他的實驗證明，氫、氧與氯都是由二個原子組成，每個水分子則由二個氫原子與一個氧原子組成，而氯化氫則是由一個氫原子與一個氯原子組成。

8-2 原子量、分子量、莫耳和莫耳濃度

一、原子量

原子和分子都是極其微小的粒子，無法直接測得一個原子或分子的實際質量。因此，通常以各元素原子的質量相互比較的數值，來表示原子的質量，稱為**原子量**。因為原子量是比較的數值，因此必須選擇一種元素的原子為比較的標準。現在是用一種碳原子（稱為碳 12）作原子量的標準，定它的原子量為 12，由元素的原子與碳 12 質量的比值可得各原子的原子量，如表 8-1。

表 8-1 常見元素的原子量

元 素 名	元素符號	原 子 量 (約數)	元 素 名	元素符號	原 子 量 (約數)
氫	H	1	氯	Cl	35.5
碳	C	12	鉀	K	39
氮	N	14	鈣	Ca	40
氧	O	16	鐵	Fe	56
鈉	Na	23	銅	Cu	63.5
鎂	Mg	24.3	鋅	Zn	65.4
鋁	Al	27	銀	Ag	108
磷	P	31	碘	I	127
硫	S	32	鉛	Pb	207

從表 8-1 可知氮原子量為 14，這表示碳：氮的質量比為 12：14，而氫原子量為 1，則表示碳：氫的質量比為 12：1。由此亦可得各原子質量的相對比值，例如氮原子質量大約是氫原子質量的 14 倍，而為氧原子質量的 14/16 倍。原子量並非原子的實際重量，而是原子質量比較的量，所以沒有單位。

二、分子量

從某一分子所含原子的種類、數目及原子量，可算出該分子的分子量。例如水分子中含 2 個氫原子和 1 個氧原子，因氫的原子量為 1，氧的原子量為 16，所以水的分子量為 18；而氫含有二個氫原子，氧含有二個氧原子，所以氫的分子量為 2，氧的分子量為 32。原子量既為原子間質量的比值，因此分子量也是分子間質量的比值，所以也沒有單位。

三、莫耳

在我們日常生活裏，為了方便，習慣上使用較大的單位來量度物質。例如一箱蘋果、二盒火柴、一袋麵粉，都是常用的計量方式。建築商買沙石時，

通常以卡車為單位，而不計數沙或石的實際數目。化學上，因為一個原子或分子不易稱量，而日常所接觸的物質，又都是由數量很多的分子或原子集合而成，而不是很微小的個別分子或原子本身。爲了要使這數量很多的分子或原子處理起來方便，也必須採取較簡便的單位。

莫耳是化學上用來表示純物質所含原子或分子數目的單位。氧的分子量爲 32，則 32 公克氧稱爲一莫耳氧，氫分子量是 2，則 2 公克的氫稱爲一莫耳氫，水的分子量爲 18，則 18 公克的水稱爲一莫耳水。由實驗可知，32 公克氧，2 公克氫及 18 公克水蒸氣在同溫同壓時，其體積相等，因此依亞佛加厥假說，32 公克氧，2 公克氫與 18 公克水，雖然質量各不相同，但都稱爲一莫耳，也都含有相同數目的分子。二十世紀初期，經由實驗測知，此數目約是 6×10^{23} 。爲紀念亞佛加厥， 6×10^{23} 的數字，就叫亞佛加厥數，簡記爲 N。其他純物質如銅的原子量爲 63.5，鋅的原子量爲 65.4，我們就以 63.5 公克爲一莫耳銅，65.4 公克爲一莫耳鋅，也各含有 6×10^{23} 個原子。(參表 8-2)

表 8-2 物質的莫耳概念

物 質	分 子 量 (原子量)	一莫耳 質 量	一莫耳所含粒子 數 目 及 種 類
氧	32	32 公克	6×10^{23} 氧分子
二氧化碳	44	44 公克	6×10^{23} 二氧化碳分子
鋅	65.4	65.4 公克	6×10^{23} 鋅原子
銅	63.5	63.5 公克	6×10^{23} 銅原子

總之，莫耳是化學計量上一個有效的單位，一莫耳含有 6×10^{23} 個粒子，就如日常生活中「一打」含有 12 的數量，不但適用於分子，也可適用於其

他極小的粒子如原子或電子等。例如一莫耳原子，一莫耳電子。

四、莫耳濃度

以 1 公升溶液中所含溶質的莫耳數來表示溶液的濃度，叫做**莫耳濃度**，通常以「M」來表示。例如 1 莫耳／公升(1 M) 食鹽溶液，即每公升溶液中含有 1 莫耳食鹽(氯化鈉)，其分子量是 $35.5 + 23 = 58.5$ ，也就是每公升溶液中含 58.5 公克食鹽。0.2 M 碘化鉀溶液，即表示：每公升碘化鉀溶液中含有 0.2 莫耳 ($0.2 \times 166 = 33.2$ 公克) 的碘化鉀。

8-3 化學反應表示法

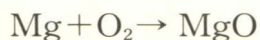
在第一冊裏，我們曾經使用元素符號或化學式表示元素與化合物。同樣的，爲了表達的方便，以化學方程式表示實際發生的化學反應。利用化學式與加號(+)、箭號($\rightarrow$)等符號來寫方程式，除了要表示反應過程中，反應物與生成物的相關性之外，還表示與質量的關係。用這些方程式，不但省略繁雜的文字敘述，而且是世界通用，因此對學習理化很方便。

現在讓我們以從前學過的「鎂的燃燒」爲例，來說明化學反應表示法。

1. 知道反應事實，用適當的化學式來表示反應物和生成物。

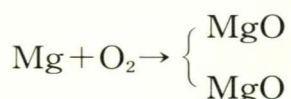
鎂燃燒時與空氣中的氧反應生成氧化鎂。現在用化學式表示此反應的反應物與生成物。鎂(Mg)和在空氣中的氧分子(O_2)是反應物，而氧化鎂(MgO)是生成物。

2. 用箭號($\rightarrow$)表示化學反應之方向，箭號左邊是反應物，右邊是生成物。在反應物與反應物之間，或生成物與生成物之間，一律以加號連起來。表示如下：

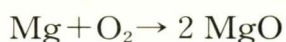


3. 均衡方程式：爲使方程式能符合質量守恆定律，必須加上係數使左右二邊的原子數目相同。

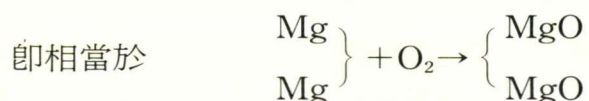
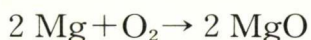
箭號左邊有兩個氧原子，箭號右邊只有一個氧原子，很顯然的，這方程式不符合上節所討論的質量守恆定律。爲了要使箭號左右兩邊的氧原子數目相等，右邊的氧化鎂必須要兩個，故：



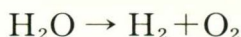
兩個 MgO 可簡寫爲 2 MgO，因此：



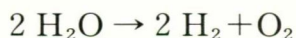
詳細考察上式時，發現箭號兩邊鎂原子的數目不相符，因此左邊的鎂原子亦應乘 2，而成爲均衡的化學方程式。



電解水生成氫和氧的反應，亦可用化學方程式表示之。水的化學式是 H_2O ，氫分子和氧分子各爲 H_2 和 O_2 。

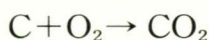


爲了使箭號兩邊的原子數目相等，均衡的化學方程式爲：

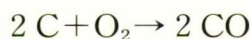


化學方程式是學習化學的重要工具，它可以幫助化學的學習與了解。以下是第一冊裏的一些化學反應與化學方程式：

碳在空氣中燃燒生成二氧化碳



碳在不足的空氣中燃燒生成一氧化碳

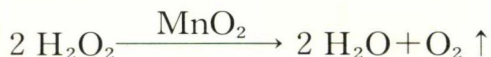


石灰水〔主要成分是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 〕檢驗二氧化碳



白色沈澱

雙氧水以二氧化錳做催化劑，而分解成水與氧



8-4 簡單的化學計量

由道耳吞學說說明了定比定律與質量守恆的關係，也讓我們了解，每一種化合物的成分元素間其質量比為一定值，也就是說，若化合物是由其成分元素直接反應生成，或一種化合物與他種化合物相互反應，以其成分元素重新組合而成新的化合物，則其反應物與反應物、反應物與生成物、或生成物與生成物之間，都會有一定的質量關係。當以方程式表示時，從一個均衡的化學方程式中，由各物質的係數，可看出在反應時，有關各物質相對莫耳數的關係，方程式中各物質的係數，即表示其參與反應莫耳數的比值。

化學反應時，縱使參與反應的物質其質量改變了，但其質量之間的比例關係卻不改變，亦即反應前後莫耳數比不會改變。例如：2 公克的氫與 16 公克的氧反應，生成 18 公克的水，其質量可以改變為 4 公克氫與 32 公克氧反應，生成 36 公克水，但氫、氧與水的莫耳數比一定是 2：1：2。

實驗 8-1 碘化鉛的生成

【實驗目的】

以固定量的碘化鉀溶液與不同量的硝酸鉛溶液反應，或以固定量的硝酸鉛溶液與不同量的碘化鉀溶液反應，所產生黃色碘化鉛沈澱的量，來探討反應物之間量的關係，並了解均衡化學方程式中各物質的係數和參與反應莫耳數的關係。

【實驗器材】

試管架、試管 8 隻 (12×120 mm 口徑愈小愈好)、酒精燈、鐵架或三腳架、石綿心網、滴管 (標明 1 ml 容積位置)、小燒杯 (50 ml)、塑膠尺 (10 cm 以上)、燒杯 (250 ml)、玻璃棒、碘化鉀溶液 (0.5 M) 70 ml、硝酸鉛溶液 (0.5 M) 50 ml。

【實驗步驟】

請依表 8-3，固定碘化鉀或硝酸鉛的量。可擇一而實驗，或全班分成二組，以不同試液 (A 組與 B 組) 進行實驗。

表 8-3

[A 組]				[B 組]			
試管號碼	碘化鉀溶液 (ml)	硝酸鉛溶液 (ml)	固體高度 (mm)	試管號碼	硝酸鉛溶液 (ml)	碘化鉀溶液 (ml)	固體高度 (mm)
A 1	6	0		B 1	4	0	
A 2	6	1		B 2	4	2	
A 3	6	2		B 3	4	4	
A 4	6	3		B 4	4	6	
A 5	6	4		B 5	4	8	
A 6	6	5		B 6	4	10	

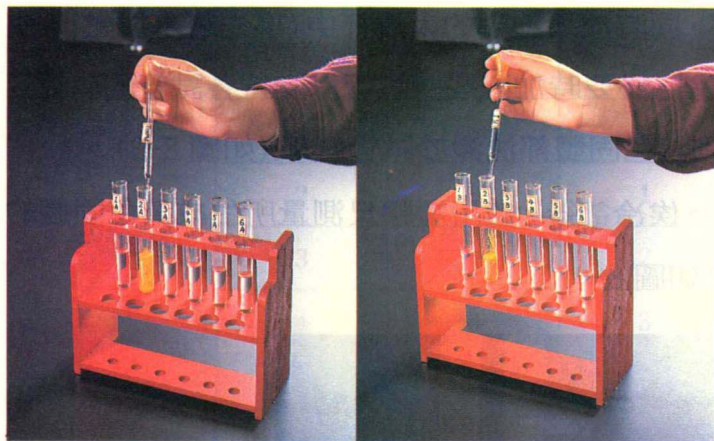


圖 8-2 (a) A 組反應

圖 8-2 (b) B 組反應

※注意：

1. 二種溶液必須分別用不同的滴管吸取，不可混淆。
2. 玻璃棒攪拌完成後，應將玻璃棒沖洗或擦拭乾淨後再用。

1. 用標籤標識 6 隻乾淨的試管，分別為 1~6 號，放在試管架上，並於 A 組各試管內置入 6 ml KI 溶液(或於 B 組各試管內置入 4 ml $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液)。
2. 以表 8-3 所列的 KI [或 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$] 之分量分別依次滴入各試管中。
[A 組各試管為 KI (0.5 M, 6 ml) + $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 各分量；B 組各試管為 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (0.5 M, 4 ml) + KI 各分量] [如圖 8-2 (a)、(b)]。

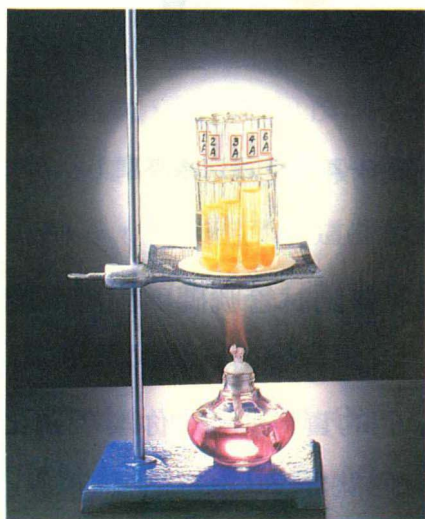


圖 8-3 加熱反應

3. 把 6 隻試管用橡皮筋捆綁，同時放入加熱的大燒杯中(事先將水加熱)，使每一隻試管都直立而不傾斜，必要時加一些空試管以支持各試管的直立。加熱約 5 至 10 分鐘，直到黃色固體都沈澱於試管底部(如圖 8-3)。
4. 取出試管直立於試管架上。俟冷卻後，使用塑膠尺測量所生成黃色固體的高度並記錄於表 8-3 中(如圖 8-4)。

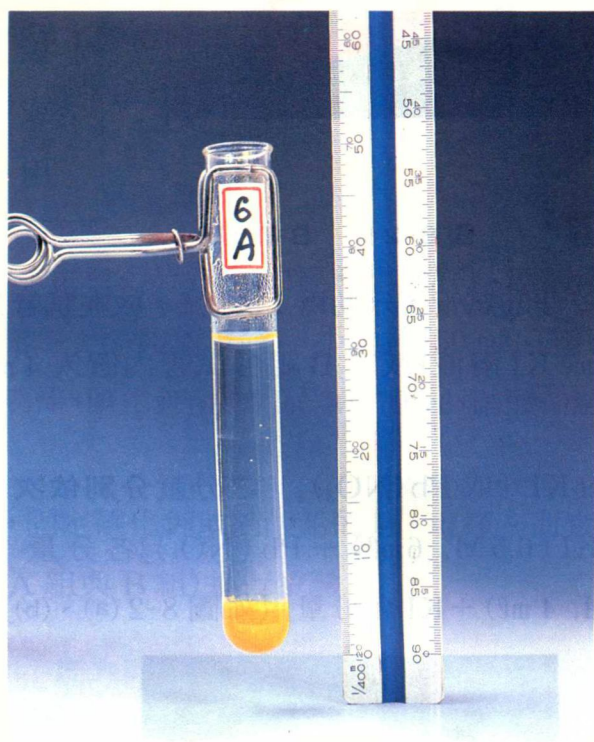


圖 8-4 測量沈澱高度

5. 依表 8-3 固體高度資料，畫出試管號碼與固體高度的相關曲線。

【實驗討論】

- 一、由你實驗的結果與同學們的資料比較，你發現碘化鉀及硝酸鉛的體積、固體的高度，三者間有何關係？
- 二、由討論一所得的關係，你是否可以預測下表的結果會如何？