

促進學習意欲的觀察・實驗的設計

「物質的構成和變化」

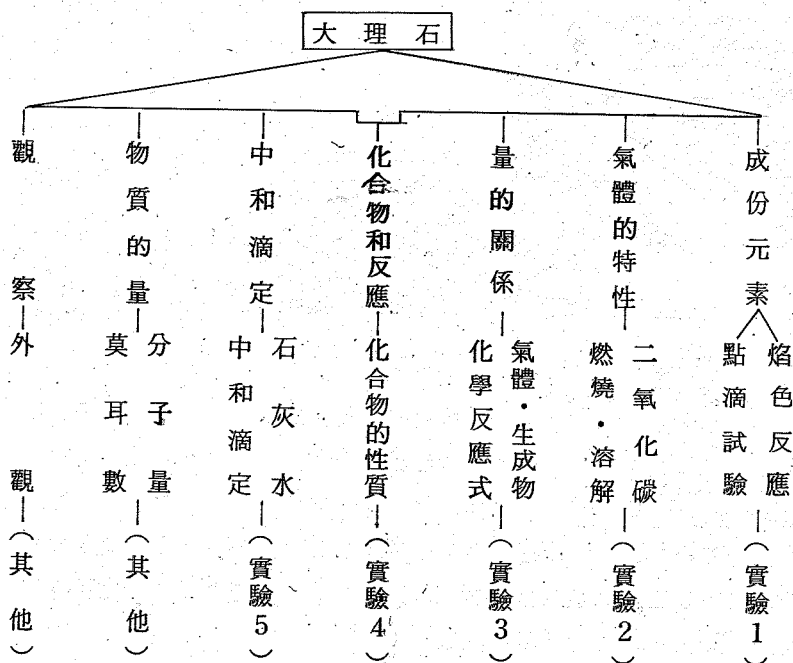
——大理石的化學變化——

王佩蓮 姜宏哲

國立臺灣師範大學化學研究所

前言：

以在吾人身邊常見到的大理石為例，將其性質或化學變化等多方面作相互有關連的觀察與實驗，讓學生對自然界的物質各具有其特性的問題表示關心。由這些實驗使學生學習科學的基礎技能及態度，更發展設計學生各自創意的各種其他實驗以加深理解「物質的構成和變化」為其主要目的。



I、與中學的關連：

在日本小學6年級的理科課程「物質的燃燒」中，學習二氧化碳的製造與性質，在初中化學課程「物質和反應」中，學習有關氣體的生成與收集，氣體的性質等項目時亦採取大理石為實驗的教材。

而在我國，國民中學的理化課程，如國民中學理化、生物、地球科學課程改進計畫試用教材第二冊，第 77 頁（台灣師範大學科學教育中心編印，71 年）之「二氧化碳的製造與性質」，國中化學第四冊（國立編譯館主編）第 1 頁之「溫度與顆粒大小對反應速率的影響」，或國中理化、生物、地球科學課程改進計畫試用教材的理化第四冊第 88 頁之「溫度，表面積對反應速率的影響」等等均含有使用大理石的有關教材。本文的內容就考慮到能與這些初等化學的學習作密切的配合而所安排的。

II、實驗例：

【實驗 1】

題目：觀測大理石的成份元素。

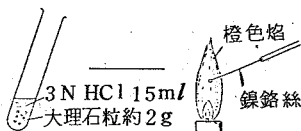
目的：利用二種呈色反應推測成份元素的鈣。

器材：大理石（小豆粒大），3 N 鹽酸，鎳鉻絲連柄（絲之一端彎成小圓杯狀，以便黏聚藥品，另一端封入玻璃棒把柄中），250ml 量瓶，滴管，金屬指示藥試驗紙（註 1）（調製法另記）。

方法：（所要時間 30 分）

(1) 焰色反應：

試管中放入約 2 g 的大理石粒，倒入 3 N 鹽酸 15ml，反應完畢，將鎳鉻絲的小環插入反應液中，再將此環置入本生燈的氧化焰中，觀察此時火焰所生的顏色。可先配純碳酸鈣及鈉溶液，觀其焰色，再以大理石的顏色觀察之（注意：配製藥品時，最好不要採用玻璃瓶，因玻璃瓶會造成更多鈉的干擾）。



（註 1 - 1） 焰色反應例

元 素	Na	K	Ca	Sr	Ba	Cu
焰 色	黃	紫	橙	紅	黃綠	綠

若鎳鉻絲氧化而污穢，前端可切除或浸入濃鹽酸再用火焰燃燒後使用之。

(2) 點滴試驗：

將上述(1)的大理石和鹽酸的反應液倒入 250ml 量瓶中，加入蒸餾水稀釋為 250ml 溶液。（約為 0.1 mol / ℓ 的 CaCl_2 溶液）。用滴管取此液 1 滴，滴於金屬指示藥試驗紙上，觀察其所呈現的顏色。

另準備 CaCl_2 ， MgCl_2 ， AlCl_3 ， FeCl_3 各 0.1 mol / ℓ 溶液，當做標準液，取各溶液 1 滴，滴在點滴呈色試驗紙上，來做呈色比較用。

由點滴所呈現的顏色，以推測反應液內所含的元素。

（註 1 - 2） 金屬指示藥試驗紙的調製法。

將金屬指示藥 Dotai PAR 試藥溶於 0.1 N 的 Na OH 溶液中，配成 0.1 wt % 之溶液。取色

層層析法用的濾紙浸入其中，風乾後使用之。

點滴呈色例

元 素	Ca	Fe	Al	Mg
呈 色	淡橙	紫黑	棕橙	黃橙

【實驗 2】

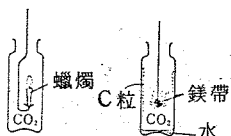
題目：觀測二氧化碳的助燃性，溶解性。

目的：製造二氧化碳，探討其氣體的特性。

器材：大理石（小豆粒大），3 N 鹽酸，二又試管，圓底燒瓶（300ml），廣口瓶、水槽、蠟燭、鎂帶。

方法：（所要時間 30 分）

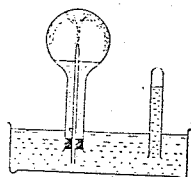
(1) 助燃性：



大試管內放入大理石粒約 5g 及漏斗內放入 3N 鹽酸，慢慢滴入大試管混合發生二氧化碳，用排水集氣法收集於廣口瓶。將點火的蠟燭、鎂帶各置入盛有二氧化碳的廣口瓶中，觀察它的變化。

(2) 溶解性：

因排水集氣法收集二氧化碳於圓底燒瓶中，此時在燒瓶內留下 50 - 70ml 之水，用插有滴管狀的玻璃管之橡皮塞栓緊。手指壓著玻璃管的管口在水槽外把燒瓶約 10 次上下搖動後，再倒立於水槽內，即在玻璃管尖端產生噴水。



當噴水量減少時，可依照上述方法重複搖動燒瓶以產生噴水。經著者實際操作，其噴水時間約 1 分鐘，而且再搖動，又噴水，若改為有顏色之溶液將更漂亮，更吸引國中學生。對試管亦同樣操作（用手指封住管口在水槽外搖動約 10 次後倒立於水槽內），以觀察二氧化碳的溶解性。

當水的上昇停止後，自水槽取出，將石蕊試紙浸入其中，觀察之。

（註 2）

• 鎂的燃燒



• 二氧化碳的水溶液 $\text{PH} \div 5.0$

• 二氧化碳的溶解度

溫 度 °C	0	20	40	60
CO ₂ 之 體積 (公升)	1.71	0.88	0.53	0.35

在 1 氣壓下，對水 1 公升而言可
溶之 CO₂ 體積

- 排水集氣法收集時，將管儘量弄長，迅速收集，不考慮當時的溶解。

【實驗 3】

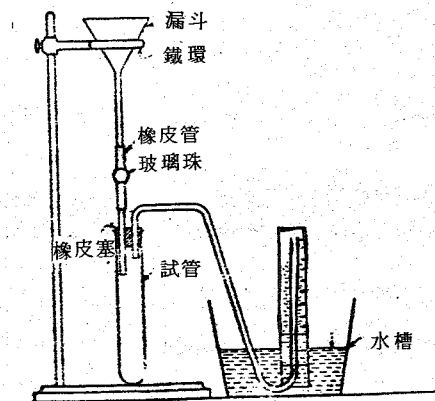
題目：探求氣體的發生和反應生成物的量的關係。

目的：比較氣體和反應生成物的理論量與測定值，設立化學反應式。

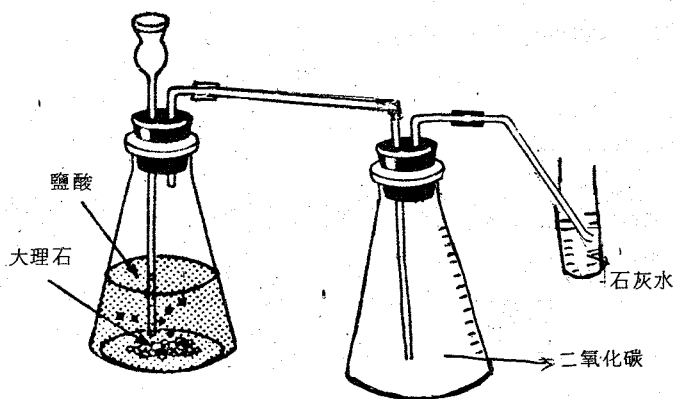
器材：大理石（米粒大），3 N 鹽酸，二又試管，250ml 量筒、蒸發皿、水槽、精密秤。

方法：（所要時間 40 分）

(1) 測定發生氣體的體積：



取大理石約 1g，正確的測量其質量，置入大試管內，將放入漏斗之 3N 鹽酸，慢慢滴入大試管內。利用排水集氣法將二氧化碳收集於 250ml 量筒內，測定其體積，經著者實際操作實驗 4 次，平均 274 ml，理論值應 287ml，其誤差在 5 - 10 % 之間，因此爲了要避免誤差可以把裝置稍加注意：1. 接管最好長，可以伸入量管上端，避免與水接觸，2. 實驗時要迅速，時間短，溶解之二氧化碳則有限。



這次另加一個向上排氣法的方法。

裝置如左，可以由另一導管，導入澄清的石灰水，以便可以檢驗二氧化碳已收集滿。當然，從幾次的實驗中，發現這個方法定性還好，定量並不太好。

(2) 測定反應生成物之量：

將上述(1)的反應液移置於已知質量的蒸發皿內，使其蒸發乾固。冷卻後稱其質量，比較理論量與測定值。

（註 3）

- 不搖動時可忽視二氧化碳對水的溶解度。

• $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，由反應式，將使用量，生成量以莫耳單位換算，可求出反應式的係數。

【實驗4】

題目：鈣的化合物和它的反應。

目的：碳酸鈣（大理石），氧化鈣（生石灰），氫氧化鈣（消石灰），探討以上化合物的性質，以了解鈣化合物的特性。

器材：大理石、氧化鈣、3 N 鹽酸、二又試管、蒸發皿、錐形瓶、酚酞、鐵線。

方法：（所要時間 40 分）

(1) 用鐵線縛繞一塊大豆粒大的大理石，用本生燈加熱約五分鐘，另準備各置有 10ml 蒸餾水的二支試管，一管內放入強熱過的大理石粒（放冷後），他管放入同大小的大理石粒。搖動各試管並加入酚酞指示劑 1 - 2 滴。觀察之。

(2) 蒸發皿內置入一塊拇指頭大的氧化鈣，滴下幾乎同體積的水，放置觀察之。（若所需時間較長，可在開始時加一點熱）。

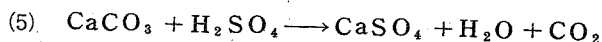
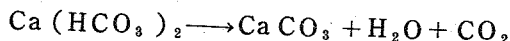
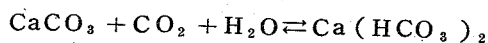
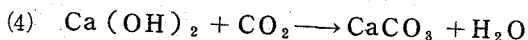
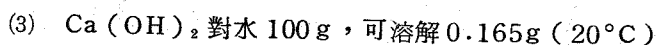
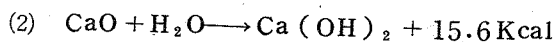
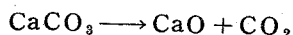
(3) 錐形瓶中倒入約 80ml 的蒸餾水，加入由(2)得到的白色粉末（消石灰），因不完全溶解，過濾後可得透明的飽和石灰水。

(4) 試管內倒入由(3)所得的石灰水約 5ml，通入二氧化碳，可見產生白色沈澱，繼續通入二氧化碳，則白色沈澱消失而得幾近於透明的溶液。煮沸此溶液，可再見到白色混濁的溶液。

(5) 試管內置入大理石粒，加入稀硫酸，觀察其反應。

（註 4）

(1) 大理石粒要選擇沒有裂痕的，因強熱時可能有飛散情況發生，需加注意。約 900 °C 時，自表面分解。



因 CaCO_3 為難溶性固體，覆蓋於表面，使反應不易進行。

【實驗5】

題目：石灰水的中和滴定。

目的：用中和滴定來求氫氧化鈣飽和溶液的濃度。

器材：1/10N，1/20N，1/100N 鹽酸（當作標準溶液），滴定管，定量滴管（10ml），酚酞。

方法：（所要時間 40 分）

(1) 各組取各標準濃度的鹽酸置入滴定管內。

- (2) 用定量滴管取氫氧化鈣水溶液（上述實驗所得的）10ml 於錐形燒杯中，滴入 1 - 2 滴酚酞。
- (3) 由滴定管滴下鹽酸，以中和氫氧化鈣溶液。中和操作重複 3 次，算出 3 次滴定值的平均值，以計算氫氧化鈣的濃度。



（註 5）

因氫氧化鈣溶液容易自空氣中吸收二氧化碳，表面生成白膜（ CaCO_3 ），故操作要迅速，能儘量在短時間內完成。氫氧化鈣溶液的 $\text{pH} \doteq 12.3$ ，濃度約 0.033 N。

【觀察及其他實驗】

(1) 觀察：

將大理石塊在研鉢內打碎，用放大鏡觀察它的新破碎面，描繪其圖樣。

(2) 將打碎的大理石粒置入試管中，加入蒸餾水搖動，並加一點酚酞，另一試管內置入用水洗淨的大理石粒，同樣操作，比較兩者。

(3) 物質的量：

確認 $M = m / N$ 的關係。

M = 分子量， m = 質量， N = 莫耳數



放大鏡下的大理石之表面

III、 結 論：

「物質的構成和變化」的學習項目是取在身邊之代表性物質，由微視的觀點來探討該物的性質或它的化學變化，並用一些簡單的實驗來理解物質的化學變化之量的關係等問題。

雖然中學的化學實驗要重視教材內學習項目的內容，但無論如何要選擇即使僅學生一人也能易於進行的實驗為原則。

自各種角度來檢討，讓學生容易操作，又能學到最基本的觀念，以期提高學習興趣而安排了本實驗項目。

參考文獻：

村川正志，理科之教育（日本），30,543（1981）。