

示範實驗：

氣體分子數與壓力的關係

楊瑞典

國立臺灣教育學院化學系

一、引言

現代的教學，是以“學生活動”為中心，教師只是站在輔導的地位，激發學生學習的動機，供給學習的材料，指導學習的方法，解答學習的疑難，鼓舞學習的興趣，最根本的是要學生自動的利用手腦去學其所不能，學其所未知⁽¹⁾，但是目前一般中學的設備、經費、上課時間均感不足再加上學生實驗的技巧，實驗的危險性等因素，無法將課本上的每個實驗都讓學生自己動手、摸索。因此，示範實驗不失為一種權宜的方法，同時亦能達到良好的教學效果。第三屆亞洲化學學會聯合會化學教育會議中，菲律賓的 Manalo 認為多彩多姿的示範化學實驗與簡單戲劇性魔術化學是吸引學生走向化學最有利的工具⁽²⁾。

二、目的

本實驗之目的，主要在於說明氣體分子數與壓力的關係，在密封的鋁罐內，二氧化碳溶於氫氧化鈉溶液中，二氧化碳的分子數減少，罐內壓力跟着減少，內外壓力差導致鋁罐凹陷下去。同時藉此實驗亦可說明二氧化碳之製造及性質、反應物間之化學計量 (stoichiometry)、化學反應熱、強酸、強鹼之性質等，達到同時學習的效果。

三、試藥及器材

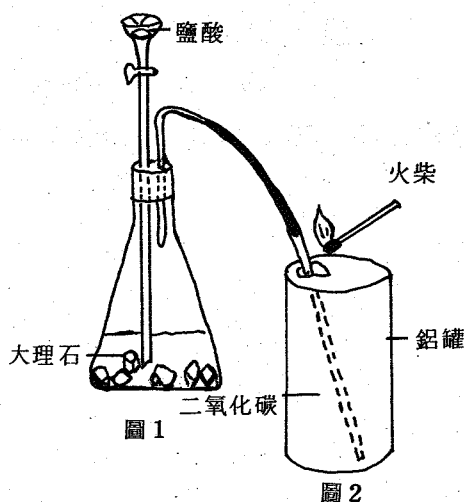
1. 氫氧化鈉
2. 大理石 (或石灰石)
3. 鹽酸
4. 蒸餾水
5. 鋁罐 (可口可樂或蘋果西打等之

易開罐)

6. 醫藥用膠布(或寬邊牛皮紙膠帶)
7. 三角錐瓶
8. 附有開關之漏斗(或薊頭漏斗)
9. 玻璃管
10. 火柴
11. 燒杯
12. 試管
13. 橡皮塞, 橡皮管

四、實驗步驟^(a)

1. 在試管中, 加入 2.4 克氫氧化鈉, 蒸餾水 10 ml, 配成約 6M 之溶液。
2. 在燒杯中, 加入濃鹽酸 100 ml, 蒸餾水 200 ml, 混合均勻。
3. 在三角錐瓶內, 放入大理石約 5 ~ 6 顆, 裝置如圖 1。
4. 將漏斗之開關打開, 使鹽酸流入



瓶內, 當鹽酸和大理石起作用後, 立刻將開關關閉, 二氧化碳即經由玻璃管流出。

5. 將產生的二氧化碳氣體收集在鋁罐中, 以燃着之火柴棒, 移至罐口, 以檢驗罐中是否已充滿二氧化碳, 如圖 2。

6. 鋁罐充滿二氧化碳之後, 由罐口加入約 10 ml 之氫氧化鈉溶液, 再以膠布密封之(罐口附近切勿沾到溶液, 否則很難加以密封)。

7. 將密封之鋁罐, 左右搖盪, 使罐內之二氧化碳溶於氫氧化鈉溶液中。

五、結果

示範實驗之結果, 鋁罐完全凹陷、壓扁, 並且微微發熱。

六、注意事項

1. 氫氧化鈉具有吸濕性, 稱重時, 操作要迅速, 秤完後, 瓶蓋務必隨手蓋上。氫氧化鈉能與蛋白質起作用, 切勿用手觸摸, 萬一觸摸到, 用清水充分清洗之。
2. 鹽酸具有強烈的刺激性, 取用時, 最好戴上面罩。
3. 可用牡蠣殼代替大理石, 實驗相當有趣。又蛤之貝殼因有一層細胞膜, 最好不用。
4. 鋁罐內之二氧化碳, 若混有空氣, 實驗不易成功, 應加以注意。

5. 二氧化碳約為空氣的1.5倍重，以向上排氣法收集之。為防止和空氣混合，務必將玻璃管延伸至罐底，如圖2。

6. 若使用牛皮紙膠帶無法密封鋁罐時，以醫藥用膠布為宜。

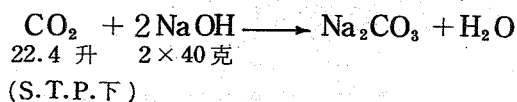
7. 若鋁罐之開口密封不良時，將導致實驗失敗，令人掃興不已。

七、說明

1. 密封的鋁罐內之氣體分子減少，罐內之壓力隨之減少，罐內幾近於真空狀態，鋁罐因而急速凹陷。為使二氧化碳完全溶於氫氧化鈉中，該用多少的氫氧化鈉呢？將室溫下，二氧化碳之體積，依

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \text{換算成 } 0^\circ\text{C} \text{ 時之體積，根據下}$$

列方程式，可算出氫氧化鈉之需要量：



2. 二氧化碳和氫氧化鈉之中和反應是放熱反應，因而鋁罐微微發熱。

3. 鋁罐內，加入氫氧化鈉，會起下

列之反應，若放置太久，將使鋁罐被溶解

$$2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2$$

4. 用大理石和鹽酸來製造之二氧化碳，可以乾冰直接投入罐內代替之。

5. 以氨氣和水分別代替二氧化碳及氫氧化鈉，亦可作同樣之實驗⁽⁴⁾。

6. 以水蒸氣替代二氧化碳作同樣之實驗，其方法是在罐內加入少許的水，從外部加熱使之氣化，讓水蒸氣充滿整個罐子，以膠布封口，趁熱時，以冷水由外部急速冷卻，罐內之水蒸氣變成水，氣體分子減少，壓力跟着減少終使鋁罐凹陷下去。

八、參考資料

1. 何燊著：視聽教育輔助工具的製作與運用，P.5，台灣書店發行。

2. 陳鏡潭、方泰山：科學教育月刊，第82期，民國74年9月。

3. 宮田光男：化學教育（日本化學會）No. 33，148（1985）。

4. G. L. Gilbert, J. Chem. Educ., No. 59, 866（1982）。