

編序簡易化學實驗介紹(五)

原作者：Hubert N. Alyea

編譯者：黃曼麗 江武雄

一、說明

實驗所用之儀器不多，學生可攜帶用具箱及實驗操作用的塑膠盤到教室中，利用自己的課桌椅，各自動手實驗。本次介紹的實驗，適用於高中或高職的化學實驗，而所用的藥品是日常生活常使用的，將會引起學生的興趣。

二、實驗名稱

對流和擴散

1 目的：觀察粒子在液體和氣體中的運動。

2 器材：

(1)附屬品：抹布、垃圾桶、實驗操作用的塑膠盤。

(2)從用具箱取出的物品：試管、透明壓克力槽、玻璃或透明塑膠管（ 13×0.4 cm）兩支、塑膠軟管（ 8×0.4 cm）、鱷魚形夾、火柴、蠟燭、溫度計。

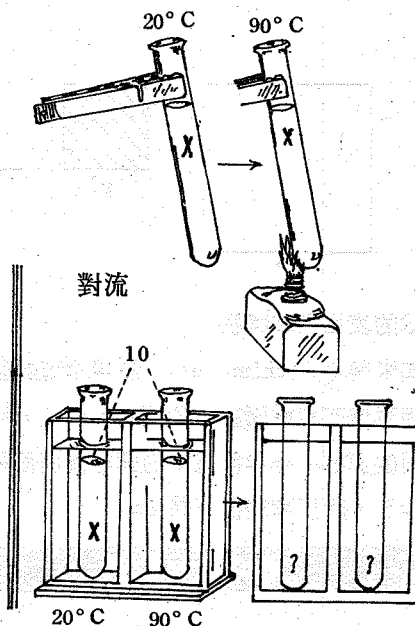
(3)從試劑架上取出的試劑：氨水、鹽酸、過錳酸鉀、棉花。

3 程序：

(1)注意：火燭危險！不要穿太寬鬆的衣服，實驗操作用的塑膠盤中的易燃物先要清除掉。如用酒精燈，點火前要檢查一下，酒杯不可裝得太滿，以免移動時酒精外溢而引起燃燒。但若燈內

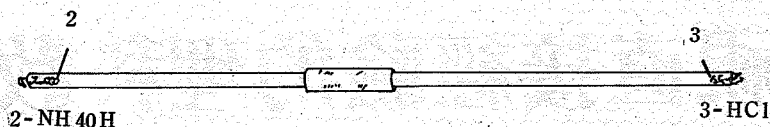
酒精剩餘不及三分之一時，則燈內含有相當多的酒精蒸氣，點火時燈蕊稍偏，就會引燃燈內的酒精蒸氣而發生爆炸，並連帶而引起學生害怕的心理，故點火前宜先把燈蓋打開，再把燈蕊管拉出，吹一口氣，燈蕊管裝置好後，再點火，以策安全。（註：因編譯者的學生，在國中教學實習時，曾經在準備室，預作實驗時，使用酒精燈，在點火時引起爆炸，幸未受傷。目前在中學使用酒精燈的機會很多，故在此特別提出，以免再發生類似情況）

(2)按圖進行實驗：



(a)對流：在一支試管中將水加熱至約 90°C 後，放在透明壓克力槽中，在旁邊另放一試管的

冷水，在兩試管中各加入一小粒 KMnO_4 結晶。



(b)每一支 ($13 \times 0.4\text{ cm}$) 塑膠管 (或玻璃管) 的管口用棉花鬆鬆地塞住 (兩個學生一起做)。取得 2 cm 長的塑膠軟管，將兩管連接如圖。將一端浸入鹽酸，另一端浸入氨水，再將細管平放一小時或一小時以上。

4. 結果和問題

A、在液體中對流

- (1) 過錳酸鉀在冷水或在熱水中散播得較快？
- (2) 什麼現象顯示過錳酸鉀的密度比水的大？
- (3) 在晶體到達試管底後，是否紫色粒子抵抗地心引力而向上擴散？為什麼？

B、氣體擴散：在本實驗中二種反應物是氨氣和氯化氫氣體反應後生成白煙狀氯化銨。

(4) 在形成白煙前，這兩種氣體所走距離相等嗎？

(5) 既然行走距離不等，一定有一種氣體較輕，擴散較快，是那一種？

(6) 兩種氣體從棉花塞到白煙圈各走多少厘米？

(7) NH_3 擴散距離 / HCl 擴散距離 = _____

(8) 你從上面幾題中已有系統的寫出格雷漢姆的氣體擴散定律，氣體擴散速率和下列何者成反比？①密度，②密度平方根。比較擴散速率時，設 NH_3 的密度值為 17， HCl 的為 36.5。

(9) 如你的實驗結果不能完全符合格雷漢姆定律，你能想到是什麼因素造成的矛盾現象？能不能防止？

(10) 重述格雷漢姆氣體擴散定律，試計算氧氣和氫氣的相對擴散速率，原子量各為 16 和 1。

(11) 為什麼試驗格雷漢姆定律時要用毛細管？而試驗 KMnO_4 在水中散播時可用試管？

三、問題的答案

(1) 在熱水中。(2) 過錳酸鉀沉到水底。(3) 不是紫色粒子的擴散作用，在此實驗，擴散作用幾乎可忽略。是水的局部對流作用使它上升。(4) 不相等。(5) 氨氣較輕。(6) 理想的數據：氨氣走 13 cm ，氯化氫走 10 cm 。(7) $13\text{ cm} / 10\text{ cm} = 1.3$ 。(8) 密度 (d) 平方根， $\sqrt{d}\text{NH}_3 / \sqrt{d}\text{HCl} = \sqrt{36.5} / \sqrt{17} = 1.5$ 。(9) 可能由於對流作用引起可觀和誤差 (矛盾)，若用口徑非常小的毛細管，或者可以將對流作用減至最低量，但這樣做要等很長時間 (很多小時) 才能得到實驗結果。(10) 氣體擴散速率和 (R) 和它們密度平方根 (或分子量平方根) 成反比。 $R\text{H}_2 / R\text{O}_2 = \sqrt{32} / \sqrt{2} = 4$ 。(11) 毛細管可減少對流作用。

(上接第 46 頁)

$$\frac{(10+4)^2}{20} = 10$$

其解集合為 $\{(2, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 3), (1, 0, 5), (0, 5, 0), (0, 4, 2), (0, 3, 4), (0, 2, 6), (0, 1, 8), (0, 0, 10)\}$

參考資料

Yaglom, Challenging Mathematics Problems with Elementary Solutions.