

二氧化氮的製備

魏蘊聰

國立臺灣師範大學化學系

高級中學化學實驗手冊第二冊，實驗九，平衡常數與勒沙特列原理；實驗步驟第 4 部分為二氧化氮的製備。以手冊上的方法，是以銅做為限量試劑，與過量的濃硝酸作用，等 NO_2 氣體收集夠用之後，未曾說明將 NO_2 發生器如何處理，同學多半忙著操作第 5 部分，令其繼續反應，最多也只是將過剩的 NO_2 氣體通入 NaOH 溶液，不但浪費藥品，同時污染空氣，增加廢棄物處理上的麻煩。我們曾做了一點改進，提供大家參考利用，並請指正。

一、手冊實驗概述

1. 藥品用量：銅片 0.5 克，濃硝酸 5 毫升。
2. 裝置及操作：見手冊第二冊第 5 頁。
3. 缺點：藥品用量多， NO_2 氣體污染空氣，未說明廢棄物該如何處理。

二、改進方法

1. 藥品用量：銅（絲）約 0.1 克，濃硝酸約 0.5 毫升。
2. 方法及步驟：
 - (1) 取直徑約 2 mm 的銅絲約 5 cm，一端盤成圓圈，另一端留約 1.5 cm 為直線，再將尾端 1.5 cm 直立與圓圈呈垂直狀，如圖(a)。
 - (2) 將圖(a)之銅絲放入 5 mL 的玻璃注射筒內，如圖(b)。
 - (3) 將大約 0.5 mL 濃硝酸倒入 10 mL 的小燒杯內，再以(2)中注射筒小心將此濃硝酸吸入其中，如圖(c)，暫時不要使銅絲與濃硝酸接觸。在注射筒出口處連一粗細合適的矽膠管，長度約 8 cm。
 - (4) 將注射筒直立，使濃硝酸與銅絲反應，稍等瞬間，待管內空氣被排出之後，立刻以 5 mL 針筒收集二筒（每筒約 4 mL 即可）如圖(d)。若每組人數多，收集氣體時可用 Y 型管，二支針筒同時收集，如圖(e)。

- (5) 收集完成之後，立刻將反應液推入 100 mL 的燒杯中（內裝有 1 M 的 NaOH 溶液 25 mL）。再將杯中 NaOH 溶液吸入、推出數次，使 NaOH 與硝酸中和，再以水洗注射筒，每次 2 mL，洗三次，全部倒入 NaOH 溶液中。
- (6) 實驗步驟第 5 部分，操作完成之後，將針筒內的 NO_2 氣體，推入上述 NaOH 溶液中。

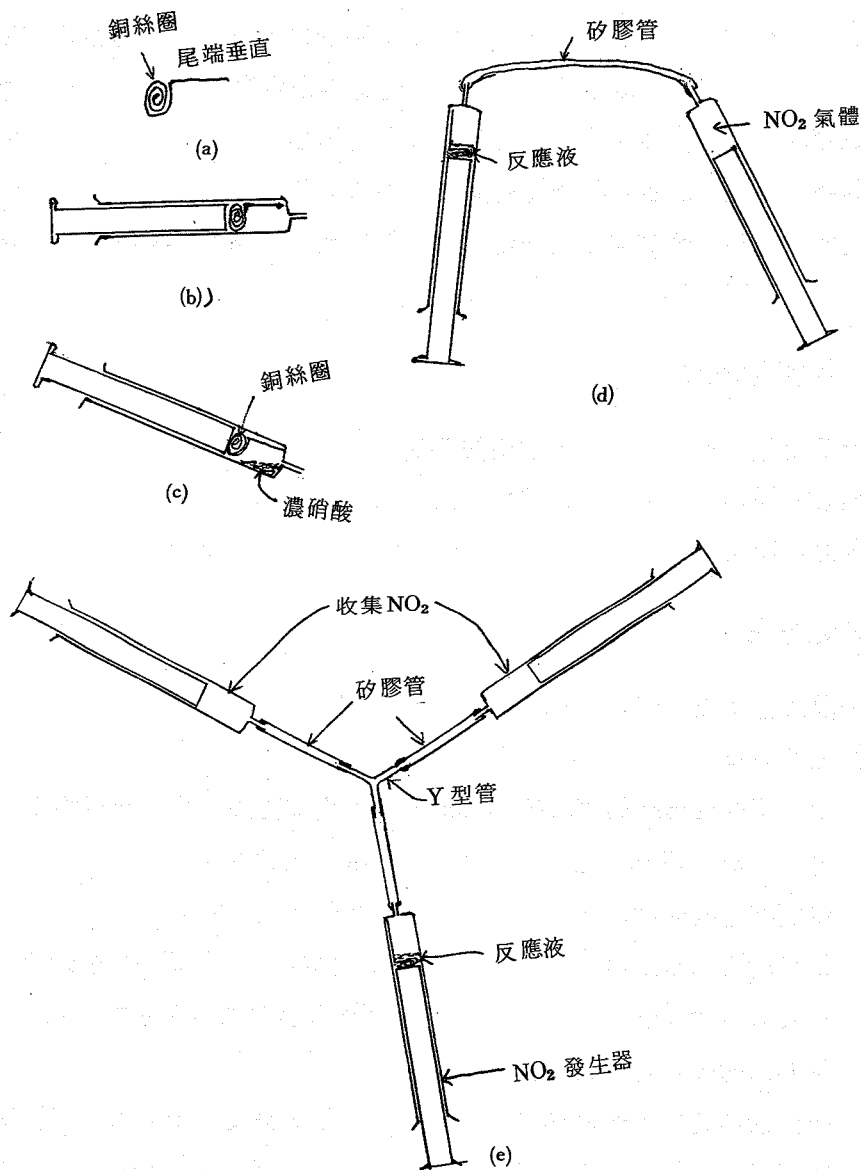


圖 二氧化氮的製備

(7) 將銅絲取出，洗淨，待乾，留作以後使用。

(8) 將廢液攪拌，使其充分反應，沉澱 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 。

在實作實驗時，用濃硝酸 0.5 mL，反應前銅絲重 0.650 克，反應後銅絲重 0.545 克，用去銅絲 0.105 克，沉澱氫氧化銅 0.140 克，廢液中尚含 Cu^{2+} 0.014 克，銅的放流限制為 3 ppm，用 5 L 以上的水稀釋即可排放。不過在排放前，尚需測溶液之 pH 值，若鹼性太強，以稀鹽酸中和至 pH 約 8 再收流。

三、藥品及產物性質

藥品及產物的性質表列如下，其中濃硝酸是腐蝕性很強的液體，二氧化氮為毒性強，且具有刺激氣味的氣體，都是有害物質，要特別注意。

藥品及產物性質一覽表

藥品名稱	類別	一般性質	危險性	毒性	中毒症狀	急救方法	備註
硝酸 HNO_3	反應物	分子量：63.12， $d = 1.504 (25^\circ)$ ， b.p. 86°C ， m.p. -41.59°C 。 有窒息氣味的無色至微黃色腐蝕性液體，和空氣接觸時發出刺激性的白煙。與水生成的共沸混合物，含有 68 % HNO_3 ，b.p. 120.5°C ， $d = 1.41 (20^\circ)$ ，稱濃硝酸。	(1) 不燃燒，但和許多物質發生危險反應。 (2) 和金屬粉末、碳化物、硫化物、氫等起爆炸性反應。 (3) 不要和醋酸一起存放。	(1) 安全限量：2ppm。 (2) 與皮膚接觸產生黃色。腐蝕性強。 (3) 曾有飲用 5 克即死亡的記錄	(1) 局部感染：結膜炎、皮膚變黃、灼傷。 (2) 吸入：咳嗽、支氣管炎。 (3) 吞入：牙、口腔及喉變黃、胃痛、吐血、蛋白尿。	(1) 以水沖眼，用肥皂水或 5 % 的酸式碳酸鈉溶液洗身上受污染處。 (2) 灼傷可用布浸硫代硫酸鉀飽和溶液治療。 (3) 如吞下：口服肥皂液，氫氧化鈣，氫氧化鋁或氧化鎂溶液。 (4) 劇痛、休克可給氧並送醫急救。	
銅 $\text{Cu} (s)$	反應物	原子量：63.55， $d = 8.92 (20)$ 。 b.p. 2595°C ， m.p. 1083°C 。 為帶紅色，有光澤的可延性金屬。		(1) 家畜口服致死最低量 18,000 ~ 18,200 mg/kg。 (2) 粉末刺激鼻及氣管。	(1) 吸入粉末 60~100 mg/kg 有嘔吐及腸胃發炎症候。 (2) 暴露有皮炎及發燒現象。	若吞下，洗胃後再以鹽類導瀉。	

藥品名稱	類別	一般性質	危險性	毒性	中毒症狀	急救方法	備註
二氧化氮 NO ₂	產物	分子量：46.01， b.p. 21°C， m.p. -9.3°C。 爲有刺激氣味的紅棕色氣體，在水中生成硝酸及氧化氮。	具有強氧化力，和衣服或其它可燃物接觸能引起燃燒。	毒性強，人類吸入中毒最低濃度64 ppm。100 ppm即使短暫暴露也危險，200 ppm可能致死。	(1)局部：結膜炎、皮膚變黃、角膜潰瘍。 (2)急性：咳嗽、肺水腫、頭痛、嘔吐、血壓降低。 (3)慢性吸入：頭痛、支氣管炎、鼻潰瘍。	(1)用水沖眼，用肥皂水洗身上受污染處。 (2)絕對休息。	

四、參考資料

1. 高中化學及高中化學實驗手冊第二冊，國立編譯館。
2. 蕭次融，高中化學教師示範實驗。
3. 鄧健民譯，工業化學安全手冊，徐氏基金會（1978）。
4. 楊水平，塑膠注射筒在化學實驗上的應用，科學教育月刊第158期，pp.61~72（1993）。
5. Merck Index, 10th ed, Merck & Co., Inc. (1983)。
6. M. A. Armour ; Hazardous Laboratory Chemical Disposal Guide, CRC Press. (1991)。