

氮氣之莫耳體積

- 國立臺灣大學化學系，普通化學實驗，國立臺灣大學出版中心：台北，民國 105 年。
- 版權所有，若需轉載請先徵得同意；疏漏之處，敬請指正。
- 臺大化學系普化教學組梁瑜玲助教（2007.02）、林哲仁助教（2011.07）、張馨云助教（2016.09）。

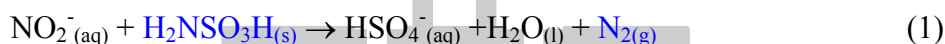
一、目的：利用化學反應及理想氣體定律求出氮氣在標準溫壓（STP，standard temperature and pressure）下的莫耳體積。

二、實驗技能：學習藥品稱量，體積、壓力及溫度量測等實驗技能。

三、原理：

理想氣體在 0 °C、1 atm 之標準溫壓下莫耳體積為 22.414 升。

本實驗，取限量的胺基磺酸（ $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$ ）與過量的亞硝酸鈉（ NaNO_2 ）作用，產生氮氣：



利用所生成氮氣的莫耳數（ n_1 ）、溫度（ T_1 ）、壓力（ P_1 ）和體積（ V_1 ），及理想氣體定律（ideal gas law），可求得氮氣在 STP 下之莫耳體積（ V_{STP} ）。

$$\frac{1 (\text{atm}) \times V_{\text{STP}} (\text{L})}{1 (\text{mol}) \times 273.15 (\text{K})} = \frac{P_{\text{N}_2} \times (V + \Delta V)}{n_1 \times T_1} = \frac{(P_{\text{atm}} - P_{\text{H}_2\text{O}}) \times \Delta V}{n_1 \times T_1} \quad (2)$$

四、儀器與材料：錐形瓶（250 mL）、燒杯（400 mL）、小玻璃試管（2 支，7.5 cm × 1.2 cm）、量筒（50 mL）、平底燒瓶（500 mL）、橡皮塞與玻璃連接管、鑷子、溫度計、電子天平、分析天平。

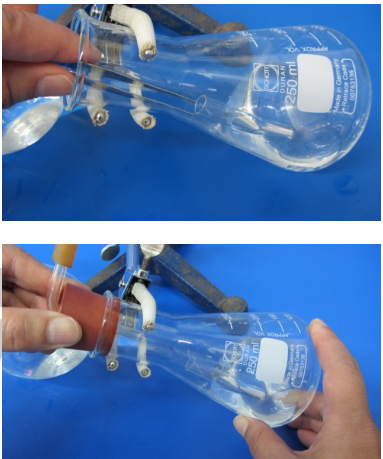

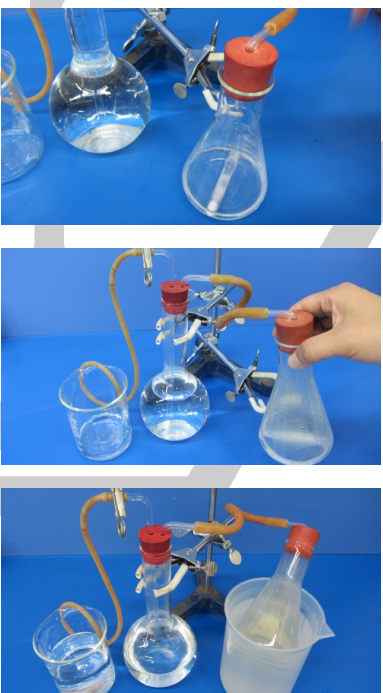
五、藥品：胺基磺酸（sulfamic acid， $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$ ）、亞硝酸鈉（sodium nitrite， NaNO_2 ）。

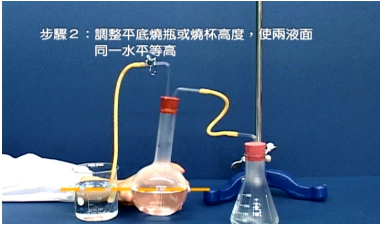



六、實驗流程：

秤取藥品 → 架設儀器裝置 → 平衡系統壓力 → 開始反應並排開水 →
回復室溫 → 平衡系統壓力 → 測量排開水體積 → 實驗結束後處理

七、實驗步驟：

步驟	示範
<p>1. 洗淨、烘乾 2 支小玻璃試管，冷卻後，稱量、記錄其中一支精確重量。</p> <p>註：電子天平的使用及藥品稱量，參考實驗技能與示範影片。</p>	
<p>2. 稱取約 1~1.1 g 的 $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$ 固體，小心地倒入小玻璃試管中，再次稱、記其精確重量，以計算試管中所含 $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$ 重。</p>	
<p>3. 稱取約 1~1.1 g 的 NaNO_2 固體，記錄其精確重量後，倒入 250 mL 錐形瓶中，以量筒量取 50 mL 蒸餾水加入瓶中、將之溶解。</p> <p>註：量筒的使用，參考實驗技能與示範影片。</p>	
<p>4. (1) 參考圖 1，B 平底燒瓶與 400 mL 燒杯中裝水，水面高度須如圖所示。</p> <p>(2) 使 C 橡皮管充滿水，用鐵夾夾緊後，按圖連接儀器裝置。小心用抹布包裹住玻璃管，再以旋轉的方式調整平底燒瓶中玻璃管高度，使長玻璃管端接近瓶底。</p> <p>註 1：自玻璃彎管管口灌水，待水從 C 橡皮管管口流出後，用鐵夾夾住橡皮管，水即不會流出。</p> <p>註 2：實驗過程中保持橡皮管不扭曲以免阻礙氣體通路。</p>	 
<p>5. 鬆開鐵夾，固定在玻璃彎管上，檢查橡皮管是否完全充滿水，上下移動燒杯，確定水能在平底燒瓶與燒杯間自由流動且玻璃管內完全沒有氣泡後，再以鐵夾夾緊橡皮管。</p>	

6.	<p>參考圖 2，將錐形瓶以廣用夾固定並以約 30 度斜角貼放於桌面。利用鑷子之協助，將小玻璃試管順著瓶壁滑放置於 A 錐形瓶底部，使試管斜靠於瓶壁不致傾倒。放妥後，小心地將橡皮塞塞緊，再連接平底燒瓶及燒杯等裝置。</p> <p>注意：一旦傾倒 NaNO_2 立即與 $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$ 反應，應馬上以大量水沖洗再重做。</p> <p>註：可先用空試管及空錐形瓶練習置放數次，待能穩當掌握時再正式進行實驗。</p>	
7.	<p>鬆開鐵夾，固定在玻璃彎管上，調節燒杯的高度，使燒杯與平底燒瓶的水面等高（表示反應密閉系統中的壓力與大氣壓力相同），靜置 3 分鐘使裝置內外壓平衡，再將橡皮管夾緊，燒杯中的水倒掉，稱量燒杯空重。</p> <p>註：需先檢查每一個橡皮塞（再旋緊 15 度）是否都已接合緊密，以免反應時氣體洩漏。</p>	
8.	<p>鬆開廣用夾，將錐形瓶直立，傾倒小玻璃試管，讓錐形瓶中的 NaNO_2 溶液進入試管中與 $\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$ 混合反應，觀察到氣體產生後，再迅速將 C 橡皮管上鐵夾鬆開，夾在玻璃彎管上，讓水順利排出至燒杯中。繼續輕搖錐形瓶至反應完全，不再有氣體產生後，以水浴冷卻錐形瓶。</p> <p>註 1：剛開始混合產生反應時，不要劇烈搖混錐形瓶，以免氣體產生太快而衝開橡皮塞。</p> <p>註 2：本實驗會有副反應發生，產生紅棕色 NO_2 有毒氣體。</p> <p>註 3：反應過程應保持橡皮管之出口在排開的水中，一直維持充滿水的狀態。</p>	

9.	<p>待錐形瓶溫度下降、冷卻至與室溫相同後，調整燒杯或平底燒瓶的高度使兩者水面等高，讓反應系統回復到室溫及室壓，將鐵夾夾緊。</p> <p>註：本實驗之結果計算，是以反應前、後維持同溫同壓為前提，故務必待系統溫度回復室溫後，才可調整壓力。</p>	 <p>步驟 2：調整平底燒瓶或燒杯高度，使兩液面同一水平等高。</p>
10.	<p>稱量燒杯與排開水之總重量，以計算排開水之體積。</p>	
11.	<p>記錄當時室溫及室壓。</p>	 <p>步驟 1：讀取並記錄室溫。</p>
12.	<p>實驗完成清洗儀器時，應盡快將錐形瓶內反應液迅速倒入水槽中，以避免溶於水中的 NO_2 釋出。</p>	

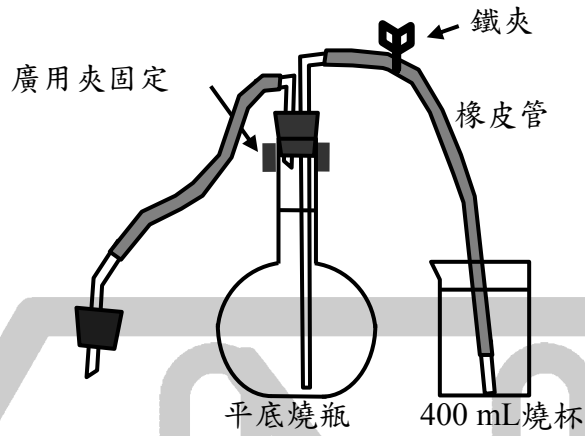


圖 1 連接平底燒瓶與燒杯，測試橡皮管中水之流動

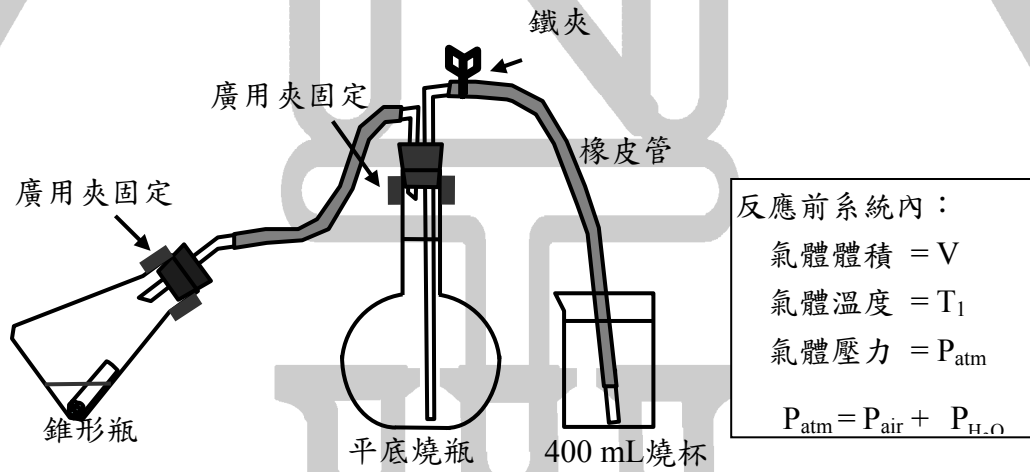


圖 2 架設反應裝置

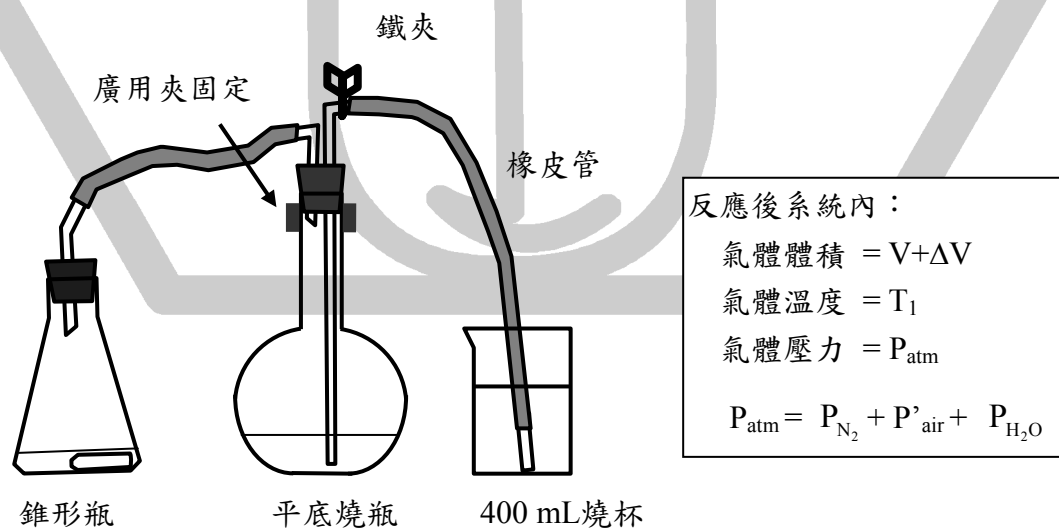


圖 3 反應完成後需再次調整系統溫度與壓力