

反應速率實驗方法之改進

高中組化學

製作學生：黃金生

張湘洲

指導老師：劉屏華

李國柱

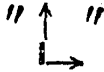
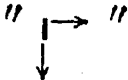
省立台南一中

〔動機〕

前學期作化學反應速率實驗附錄(14)(a)時發現下列諸缺點：

1. 若使用原方法裝置做實驗，裝配一次，僅能做一次，但如欲得較正確之數據，必須經多次實驗，因而浪費時間及藥品。
2. 用口吹氣以使水充滿導管，不合衛生及安全要求。
3. 裝 NaClO 及 $\text{CO}(\text{NO}_2)_2$ 的錐形瓶必須搖動，以便增加催化劑之接觸面積，手續煩雜。
4. 對溫度控制上也比較困難。

〔原理〕

利用開口式測壓計之原理改製而成，當三方活栓成 " " 通路時，U字管中之水柱，因兩邊大氣壓相同，故等高，當成 " " 通路時，反應所生之氣體，通過導管，使U字管右端之水（即開口之一端），測定水位經A至B點 之體積和A點上升至B點之時間，由此便可算出反應速率。

〔操作方法〕

1. 催化劑固定法：

(1) 玻璃片上均勻塗滿南寶樹脂 (NO300)，略乾後，撒上催化劑，然後以 80°C 的溫度烘乾，烘乾後浸於 $1\text{M}\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 1分鐘去掉多餘之催化劑。

(2) 除去多餘催化劑後產生多孔性現象，後浸於水中以保催化劑之恆定。

2. (1) 橡皮塞 (8號) 鑽二孔，一孔插溫度計，一孔插上三方活栓再用橡皮管與U字管連結，最後套在試管上。

(2) 測試管導管及U字管至A之體積為 V_1 。

- (3) 試管內裝入 H_2O_2 水溶液體積為 V_2 。
- (4) 測 U 字管 (開口端) A 至 B 之體積為 V_3 。
- (5) 裝入 H_2O_2 水溶液後，溶器內之空間體積為 V_4 。

$$V_4 = V_1 - V_2, \text{ 但 } V \text{ 字管須裝水至 } A。$$

3. (1) H_2O_2 (aq) 裝好後，將附於玻璃片的催化劑投入試管內，將導管連於試管後開始計時 (測 U 字管內水位由 A 至 B 的時間)。
- (2) 當水位至 B 後，打開三方活栓使水位降回 A，再重覆水位由 A 至 B 之時間多次。並紀錄由投入催化劑始至每次實驗的時間。
- (3) 若需加熱或冷卻，可以用燒杯裝熱水或冰水調節溫度。
4. 按照上述的實驗方法改變各種濃度及催化劑，或是其他的藥品 (例如 $NaClO$ 與 $CO(NO_3)_2$; $ZnMg$ 等金屬與鹽酸的作用，凡是反應時有氣體發生的均可使用本方法測其反應速率。

〔實驗範例〕

$$V_1 = 85.3 \text{ ml} \quad V_2 = 20 \text{ ml} \quad V_3 = 0.28 \text{ ml} \quad V_4 = 65.3 \text{ ml}$$

$$\text{U 字管 A 至 B 之距離} = 1 \text{ cm}$$

* 註 v_3 係用滴定管在 U 字管開口端將水滴入，水位由 A 升至 B 時

$$\text{氧的發生量} = (v_3 + v_4) \times \frac{1035.6}{1033.6} - v_4$$

$$= (0.28 + 65.3) \times \frac{1035.6}{1033.6} - 65.3 = 0.41 \text{ ml}$$

$$\text{反應速率} = \frac{\text{氧之發生量}}{\text{A 至 B 之時間}} \text{ ml/sec}$$

〔討論〕

1. 改良後的實驗方法是利用開口式氣壓計原理，故試管及導管內的氣體總壓為空氣分壓及所發生的氧分壓和，所以 U 字管之右端 (開口端) 比較高。因此所發生的氧量，必須改為 1033.6 g/cm^2

$$\text{下的體積為 } 1035.6 \times (v_3 + v_4) = 1033.6 \times v' \quad v' = \frac{1035.6}{1033.6}$$

$$(v_3 + v_4)$$

但試管及導管沒裝水溶液部份 v_4 ，故必須由 v' 減去 v 才是所發生的氧量（如範例之計算）在此 $\frac{1035.6}{1033.6}$ 不能視為 1，若視

為 1 發生的氧量為 v_3 （即是範例中的 0.28ml）

2. 由理論值來看 1M 之 H_2O_2 20ml 於 $18^\circ C$ 1 atm 下發生氧量為

$$236ml \left(22.4 \times 10^3 \times \frac{1}{2} \times \frac{20}{1000} \times \frac{291}{273} = 236ml \right) \text{ 但由表}$$

I 知氧發生速率達到一定速度之前所損失之量為 $0.0152 \times 32 +$

$$\frac{0.0152 + 0.0152}{2} \times 37 + \frac{0.0152 + 0.0158}{2} \times 32 = 1.5448,$$

故達到一定發生速率之前損失%為 $\frac{1.5448}{236} \times 100\% = 0.7\%$

使用同樣方法計算其損失%可得如下表的結果，因此濃度在 1M—0.4M 範圍內可減少誤差。

3. 於 $18 \pm 0.5^\circ C$ 下測定濃度的反應速率，求其平均值如下表。
根據數據繪濃度與速率之曲線可供學生理解反應速率定率式。
4. 再由實驗範例及各種溫度下的反應速率關係如下表，根據表可供學生自己體會反應速率與溫度之關係。溫度升高 $10^\circ C$ 反應速率大約增加一倍的事實。
5. 催化劑附著於玻璃片處理後必須保存於水中以維持其安定性，否則所得的結果有誤差發生。
6. 本實驗所使用的催化劑若改變也可實驗，甚至於可再發現 H_2O_2 的分解也有二次反應之可能。
7. 除用 H_2O_2 做實驗材料之外，也可用 $NaClO(aq)$ 為材料，但催化劑直接使用 CO_2O_3 就可，也可用 $ZnMgFe$ 等與酸作用，但這時候使用的金屬必須純粹才能得到理想的結果。
8. 本方法的最大優點是在短時間內可重複地做，而且所使用的材料量也節省很多。
9. 使用的儀器簡單，各學校現有的設備就可做，不必花費很大的費用。

內容說明：利用氣壓計原理，改進反應速率的實驗方法，便可在短時間內，用微量的藥品，便能完成反應速率的測定，讓同學們體會反應速率與濃度濕度之關係，並且進一步了解反應速率定律。