

半微量法在化學實驗中之應用

國立台灣師範大學化學系 彭育才

前言

約在四十餘年前，定性分析化學實驗的操作，由常量（macro）發展為半微量（semimicro），被視為技術方面一大進步。那麼，傳統的普通化學實驗，也應當有改為半微量的可能；早在1941年W. Bernard King曾著有普通化學中的半微量實驗法，並屢經改版，其內容常為其他著書者參考或引用。作者曾服務之聯合國教科文組織化學教育示範計畫（UNESCO Pilot Project for Chemistry Teaching），所設計之實驗，均力求用半微量方法，並發展設計有小型實驗箱。惟普通化學實驗包含較廣，例如物性（密度、熔點、沸點等等），氣體定律，元素及化合物性質，酸、鹼、鹽類，氧化還原，錯化物，化學平衡，反應速率，有機化學，生物化學，工業化學，核化學等項，而各項實驗之裝置及步驟差異甚大，有部分實驗甚易改為半微量方法，有些則不易改變。事實上，近年來普通化學實驗之著述中，已有部分實驗屬於半微量範圍，只是未標明半微量之字眼而已。關於半微量方法在普通化學中之優點，大要如下：

1. 操作簡易，快速，而精確度不減。時間上可節省甚多。
2. 儀器價廉（分析化學中需用電動離心機，普通化學甚少應用，實驗室中僅置備一部即可），且不易損壞。
3. 實驗時不需太大空間，佔用桌面較小，常可每人或二人一組。

4. 藥品用量甚少，最合乎經濟條件。

5. 實驗時危險性降低。

6. 可設計成小型實驗箱。

普通化學實驗，常被視為大學化學實驗的另一名稱，其實我們的高中化學不就是較淺易的普通化學嗎？國中化學不是更簡略的縮影嗎？所以半微量實驗應可推廣於中學化學教學。即令高中或國中的化學課程有所改變時，但實驗仍屬重要教學項目。總之，做化學實驗時，在不影響結果的正確性之下，儀器設計力求小，藥品應用儘量少，循為改進實驗之原則，普通化學實驗不應例外。

舉例

茲以中學化學程度為準，摘譯半微量實驗數則如下（僅述實驗步驟，至於理論、儀器、藥品、結果、計算、分析、問題、報告等項均從略）：

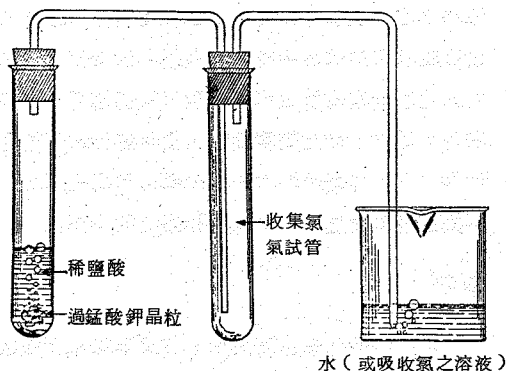
1. 測氣體密度求分子量：取潔淨、乾燥並附有螺蓋之PE塑膠瓶（60 ml）一個，稱其重量精度達0.003 g。在排氣櫥內緩慢裝入乾燥的 SO_2 。裝填氣體時，須將導管口接近瓶之底部，欲確定 SO_2 是否裝滿，可用玻璃棒蘸以稀 KMnO_4 液，置近於瓶口，設 KMnO_4 褪色，證明瓶中已充滿 SO_2 。

移去導氣管，旋緊瓶蓋，立即稱量此時之瓶重。至於瓶中 SO_2 體積，則可用滴定管或量筒加水於瓶中測定之。記錄當時之溫度和壓力，查出該溫度時空氣密度，計算 SO_2 之分子量。

2. 液體中的擴散作用：取 $7 \times 200 \text{ mm}$ 玻璃管一支，在兩端內25 mm處，彎成直角，其管口

所指方向須相同。俟玻管冷卻後，加水於玻管內使恰達彎曲部位。將玻管管口向上，平夾於鐵架上並使確達水平狀況。選 FeCl_3 及 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 晶體各一粒，其大小為可快速無阻的加入玻管並沉入底部。將選定之 FeCl_3 晶粒投入玻管之一端，同時將 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 投入另端。約三、五分鐘後，可在玻管中部附近，產生一藍色環帶。試以環帶至兩端之距離，比較何者擴散較速。

3. 簡易製氫裝置：參下圖裝置，加入 0.2g KMnO_4 晶粒於稀鹽酸中，用向上排空氣法，集氫氣於乾燥之試管（或小錐形瓶）中。



4. 溫度對於反應速率之影響：稱硫代硫酸鈉約 0.5g，使完全溶於 20ml 水中。將此溶液分注於四支試管（75 × 10mm）中，並標註 1，2，3，4 等以資區別。再將此四試管放於燒杯之水中，使試管中溶液之溫度相同，亦與燒杯中水溫相同。取出第一支試管，緩緩加熱燒杯中之水（此時水內尚淹沒有三支試管），使溫度約高於室溫 10°C 。在此時間可用移液管加 1.0 ml 的 1.5N HCl 於第一試管中，並以停錶記錄初出現混濁之時間。再取出第二試管後，繼續緩熱燒杯使水溫再升高 10°C （比初溫高 20°C 之意）。在此時期作同前處理，加 HCl 於第二試管，記錄混濁出現所需時間。同樣處理第三及第四試管。試比較溫度對反應速率之影響。

5. 離子反應之可逆性及平衡：滴 2N KSCN 溶液及 2N FeCl_3 溶液各一滴於 $100 \times 13\text{mm}$ 試管中，再加蒸餾水使幾乎充滿試管，以潔淨玻棒輕攪使溶液稀釋均勻，再將溶液分注四支較小的試管中，注意小試管中溶液體積要相等，並將小試管標註 1，2，3，4。於第一試管中加入 KSCN 溶液 2~3 滴，於第二試管中加 FeCl_3 溶液 2~3 滴，於第三試管中加固體 KCl 0.5g。將此三支試管溶液之顏色與第四試管者比較之，並解釋顏色深淺變化之原因。

結語

依我國各中等學校化學教育現況，常有教學時間不敷，遂減少實驗改為講書者，亦有經費不能配合物價（儀器、藥品）每感困擾者。設將實驗儘可能的改為半微量法，應為解決上述困難之道。至於大學的普通化學實驗，雖無時間與經費之困擾，但能省時省錢，總是好事，何不推行之。

至於半微量實驗之資訊，作者認為主管科學教育者，應鼓勵大學教師作專案研究及中學教師隨時研究之。除對現行課程之實驗，儘可能的改為半微量方法外；另廣為蒐集與普通化學有關之實驗，不論其繁簡深淺，均予研究設計改為半微量法，隨時發表於有關雜誌中。三、五年後印集為專冊，以供教師檢選引用之。 □

參考資料

1. W. Bernard King, Semimicro Experiments in General Chemistry.
2. UNESCO Pilot Project for Chemistry Teaching.
 - ① Experiments on Rate of Reactions.
 - ② Experiments on Chemical Equilibrium.
 - ③ Experiments on Compound Formation.