

亨利定律常數的測定

- 國立臺灣大學化學系，大學普通化學實驗，第十二版，國立臺灣大學出版中心：台北，民國九十七年。
- 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魏景怡助教（2007.02.12）。

一、目的：利用簡單裝置測量二氧化碳氣體之溶解度與其分壓的關係。

二、實驗技能：學習壓力計的使用及氣密系統中漏氣的檢測與密封。

三、原理：

氣體在液體中的溶解度與該氣體之分壓成正比，此稱為亨利定律（Henry's Law）。汽水工廠中有高壓的二氧化碳氣體，可以溶入相當量的二氧化碳。當氣體的壓力增大時，則溶解度增大，即溶解度與該氣體之壓力間成正比例的關係：

$$P = K \cdot M$$

P：溶液表面上溶質（氣體）的分壓

M：溶解在溶液中的氣體濃度

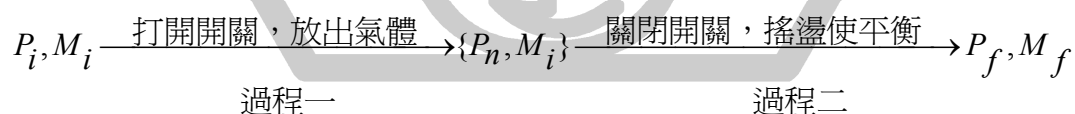
K：亨利定律常數

由上述關係式可推得：同溫度下，兩個不同的平衡狀態（ P_i, M_i ）及（ P_f, M_f ）有下述關係：

$$P_f - P_i = K \cdot (M_f - M_i) = K \cdot \Delta M$$

$$P_f = K \cdot \Delta M + P_i$$

本實驗是以寶特瓶內裝二氧化碳水溶液測定二氧化碳氣體溶解在水中的亨利定律常數（K），其流程簡圖如下：



首先使瓶中 CO_2 在液相與氣相間達成平衡（ P_i, M_i ），然後在相對於達成平衡所需時間而言，很短的瞬間內放出部分氣體，使瓶中氣體逸出瓶外破壞原平衡狀態，此時壓力下降到 P_n ，系統處於非平衡態（ P_n, M_i ），如過程一所示。由於瓶內氣體壓力降低，溶液中部分氣體溶質會逐漸逸散到氣相，以再度達到平衡（可藉搖盪或攪拌加速平衡），而壓力上升到新的平衡點 P_f ，系統處於新的平衡態（ P_f, M_f ），如過程二所示。由於溶液中所減少之 CO_2 的莫耳數（ Δn ）應等於氣相中所增加 CO_2 分子的莫耳數，因此由過程二及應用理想氣體方程式可決定每次放氣再達平衡後，水溶液中溶質濃度變化量（ Δm ）：

$$PV = nRT$$

$$\Delta PV_g = \Delta nRT$$

$$\Delta n = \frac{\Delta PV_g}{RT}$$

$$\Delta m = \frac{-\Delta PV_g}{RTV_l}$$

R：氣體常數

T：絕對溫度

Δn ：氣相中增加之 CO_2 莫耳數

V_g ：氣體體積

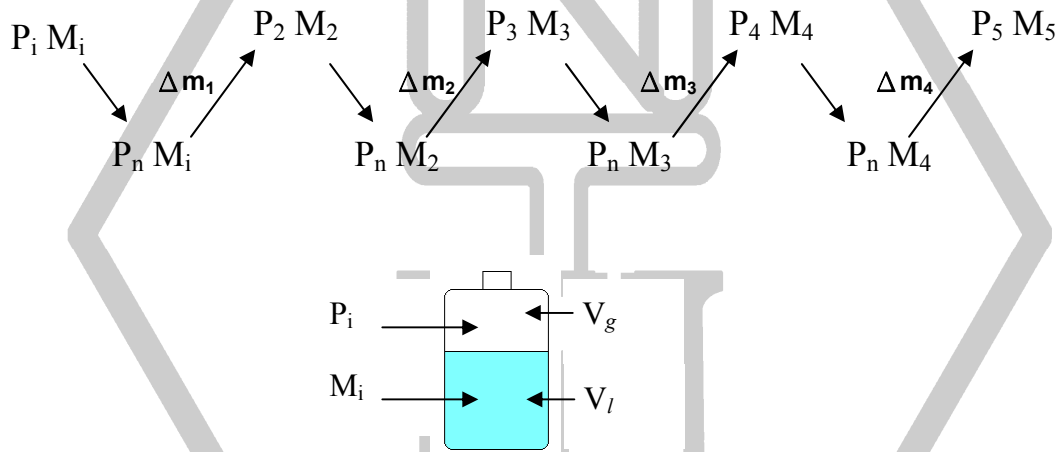
V_l ：液體體積

ΔP ： $P_f - P_n$ (注意，勿與 $P_f - P_i$ 混淆)

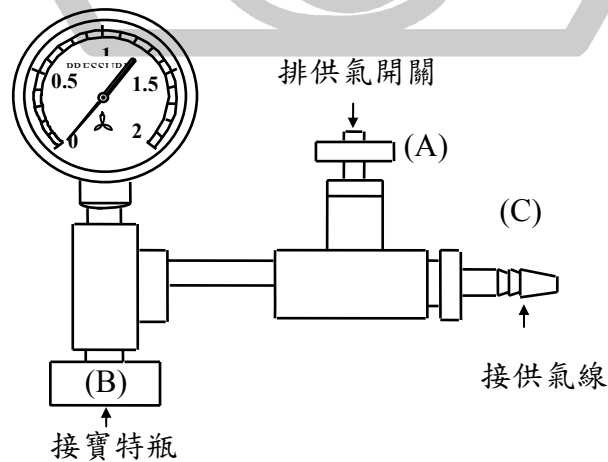
Δm ：溶液中氣體溶質濃度變化量

若重覆上述過程一、二，可以得到多組 ($P_f, \Delta m$) 數據；以 P_f 為縱軸， ΔM (即 $\Sigma \Delta m$) 為橫軸作圖，所得最小方差直線之斜率即為亨利定律常數 K。

實驗流程：










四、儀器與材料：壓力計 (如下圖)、汽水寶特瓶 (600 ~ 1250 mL, 自備)



五、藥品：二氧化碳氣體 (carbon dioxide, CO_2)

六、實驗步驟

步驟	圖片示範
(一) 瓶內含有空氣時的亨利定律常數之測定	
<p>1 稱量並記錄一個 600~1000 mL 汽水寶特瓶之空瓶重；寶特瓶加滿水，再稱量一次重量。計算水的重量換算為寶特瓶空瓶之總容積。</p> <p>註：不可使用耐壓性低之礦泉水瓶以免加壓時爆裂。稱重時不可超過電子天平的稱量上限。</p>	
<p>2 倒掉寶特瓶中約三分之一的水，再稱量一次重量，計算水的重量，換算寶特瓶中水的體積 (V_l) 及瓶中氣體之體積 (V_g)。</p> <p>裝接壓力計 (接頭 B) 於寶特瓶。</p> <p>註：檢查塑膠墊片是否完整以免易漏氣，將壓力計置於瓶口上方，順瓶口之螺紋旋至有阻力後再旋轉 45 度，略擠壓瓶子以測試是否漏氣；寶特瓶瓶口之螺紋若經磨損極易漏氣。</p>	
<p>3 連接壓力計 (接頭 C) 與 CO_2 氣體供應線，打開壓力計之排供氣開關 (A) 及氣體供應線開關，充氣至壓力計讀數約為 $1.5\sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$；關閉 (A)，沿圓周方向旋轉搖晃瓶子使 CO_2 氣體溶於水中。</p> <p>註：充氣不得超過壓力計之上限 2 kg/cm^2，亦不可上下搖晃汽水瓶，以免水灌進壓力計而致損壞。</p>	
<p>4 若壓力計讀數下降，則重覆操作，直到壓力計讀數維持 $1.5\sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$ 間某一特定值不再變化，記錄此時壓力 (P_1)，卸除與氣體供應線的連接。</p>	

5	<p>打開旋鈕 (A) 放氣，使壓力下降量約為 0.5 kg/cm^2 後，停止放氣，記錄此時壓力計讀數 (P_n)。</p> <p>註：控制放氣速率，以不使水溶液產生氣泡為準。</p>	
6	<p>搖晃瓶子，直到壓力計讀數維持定值不再上升，記錄此讀數 (P_f)。</p> <p>重覆步驟 5、6 數次，約可得 4 組 [P_n, P_f] 數據。</p>	
<p>(二) 瓶內不含空氣時之亨利定律常數之測定</p>		
7	<p>繼續使用以上步驟的寶特瓶，並且不要拆除壓力計。打開旋鈕 (A)，放氣至壓力計讀數為 0，關閉 (A)；重新與 CO_2 氣體供應線之橡皮管連接，充氣至壓力讀數約為 $1.5 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$，迅速放氣到壓力讀數為 0，並關閉 (A)。重覆此充、放氣步驟三次，使瓶中所含均為二氧化碳氣體。</p>	
8	<p>重覆步驟 1-3 ~ 1-6，得到另一系列實驗數據。實驗完後，卸除瓶上的壓力計並續加水，量測寶特瓶的總體積。</p>	