



# E07 亨利定律常數的測定

(2012/02/15 修訂)

## 領取

- 壓力計一個
- 檢查塑膠墊片完整及壓力錶是否歸零



## 自備

- 汽水保特瓶（600-1000 mL）1個  
（不可使用礦泉水瓶，不耐壓會爆裂）



# 實驗目的

- 測量二氧化碳氣體之**溶解度**與其**分壓**關係
- 驗證**亨利定律**：氣體之溶解度與該氣體分壓成正比
- 學習**壓力計**的使用及氣密系統漏氣的檢測與密封



# 實驗原理

亨利定律 (Henry's Law) : 定溫下

$$P = K \cdot M$$

P : 溶液表面上氣體溶質的分壓

M : 溶解在溶液中的氣體濃度 (mol/L)

K : 亨利定律常數

$$P_i = K \cdot M_i \quad (1)$$

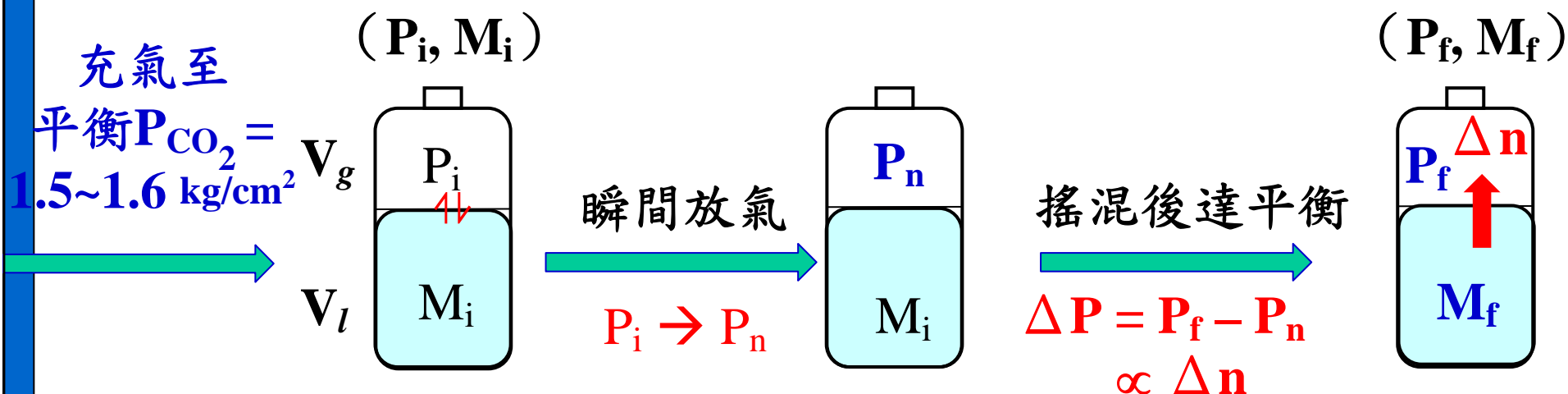
$$P_f = K \cdot M_f \quad (2)$$

$$(2) - (1) \quad P_f - P_i = K (M_f - M_i) = K \cdot \Delta M$$

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



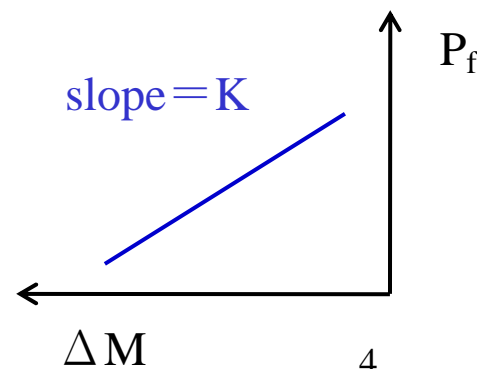
# 實驗流程



- 氣相中增加  $CO_2$  莫耳數 = 液相中減少的  $CO_2$  莫耳數

$$\Delta n = \frac{\Delta P V_g}{RT} \quad \rightarrow \quad \Delta m = \frac{-\Delta P V_g}{RT V_1}$$

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





# 實驗步驟 (I) 含空氣時 ( $P_{\text{air}} + P_{\text{CO}_2}$ ) 亨利定律常數測定

平衡,  $P_{\text{CO}_2} = 1.5 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$



$P_i, M_i$

放氣  $\sim 0.5 \text{ kg/cm}^2$



未達平衡



$P_n, M_i$

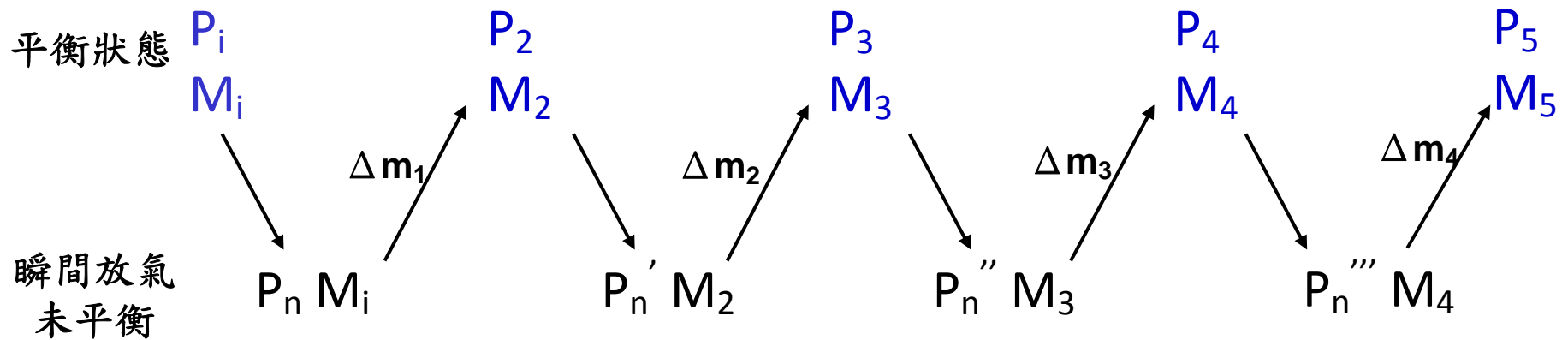
搖晃平衡



平衡



$P_f, M_f$





## 步驟 1. 體積量測



- 利用秤重法或量筒測體積
- 汽水保特瓶 (600~1000 mL)
- 稱空瓶重
- 裝滿水稱重，換算總體積
- 倒掉1/3的水，再稱重
- 計算瓶中液體體積 $V_l$
- 計算瓶中氣體體積 $V_g$



## 步驟 2. 裝接壓力計

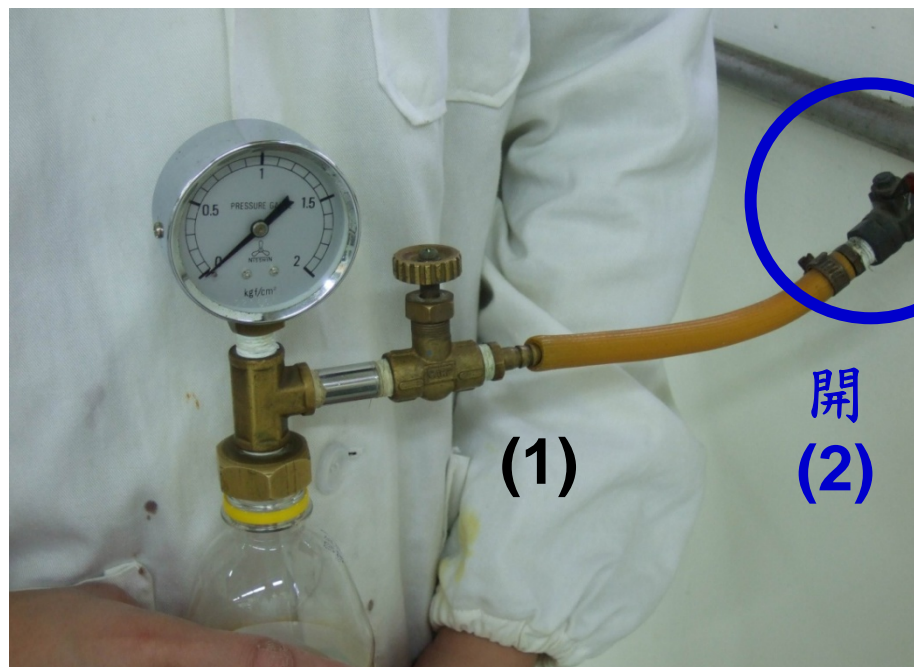


- 檢查防漏氣墊片
- 壓力計指針歸零
- 關閉供氣旋鈕 (A)
- 接上壓力計，旋緊後再轉45度
- 略擠壓瓶子檢查是否漏氣

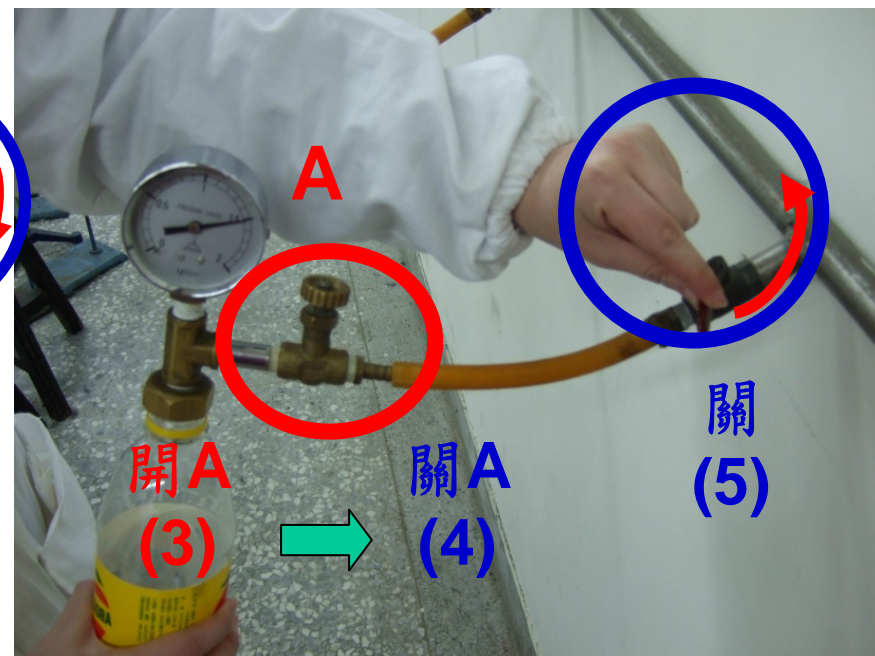
**注意：**裝接壓力計時勿歪斜或旋太緊，以免保特瓶口磨損，造成漏氣



## 步驟 3. 充灌二氧化碳氣體



- (1) 連接供氣線橡皮管
- (2) 開啟CO<sub>2</sub>供氣閥約15°

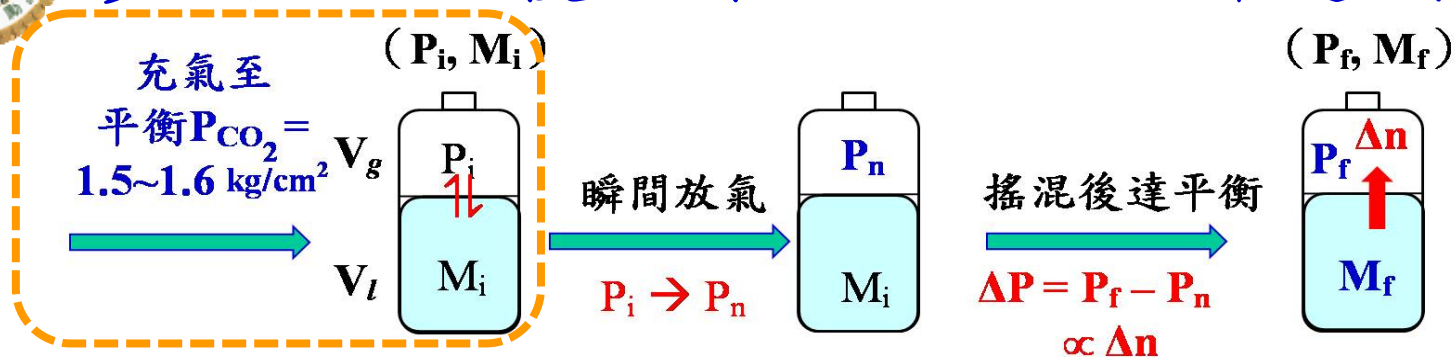


- (3) 打開A鈕充氣至壓力顯示1.5~1.6 kg/cm<sup>2</sup>
- (4) 關閉A鈕
- (5) 關閉CO<sub>2</sub>供氣閥





# 步驟 4. 反覆充灌、搖晃溶解達到平衡



關閉壓力計A旋鈕



水平搖晃瓶液  
使  $CO_2$  溶解



壓力下降



再充灌  $CO_2$



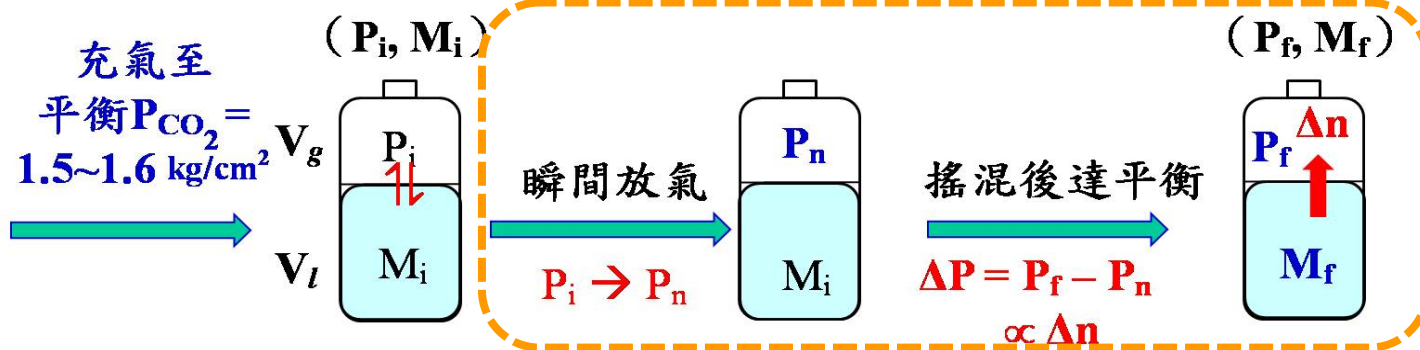
至平衡壓力維持定值

$1.5 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$  讀記  $P_i$

數次



# 步驟5. 反覆放氣搖混達平衡 記錄四組 $P_n$ 、 $P_f$



\*注意：迅速放氣  
速度不能太慢

一次放氣約 $0.5 \text{ kg/cm}^2$  讀記 $P_n$

水平搖晃瓶液使  
溶液中 $CO_2$ 釋出

注意搖晃瓶方式：  
勿把水搖進壓力計

達平衡後記錄 $P_f$

反覆操作至最後壓力為0

記錄每次 $P_n$ 、 $P_f$ ，共4-5組



## 實驗步驟(II) 不含空氣 ( $P = P_{\text{CO}_2}$ ) 亨利定律常數測定

- 繼續使用上述之汽水保特瓶，無須拆壓力計
- 反覆充放 $\text{CO}_2$  約3次，讓瓶中氣相部分全部為 $\text{CO}_2$
- 重覆如實驗步驟(I)之操作

平衡,  $P_{\text{CO}_2} =$   
 $1.5 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$



$P_i, M_i$

放氣  $\sim 0.5 \text{ kg/cm}^2$



未達平衡



$P_n, M_i$

搖晃平衡



平衡



$P_f, M_f$



## 注意事項

- 壓力計指針需歸零，防漏氣墊片需完整
- 使用600-1000 mL汽水保特瓶，不可使用礦泉水瓶（因不耐壓易爆裂）
- 若漏氣，以肥皂水毛刷檢測壓力計和保特瓶各連接處以確定漏氣之處（請助理助教協助）
- 壓力計上標註單位為 $\text{kgf/cm}^2$ ，與 $\text{kg/cm}^2$ 相同
- 記錄實驗當天室溫（亨利定律常數隨溫度改變）
- 故障的壓力計請放在講桌上，並做記號，勿與正常壓力計混合



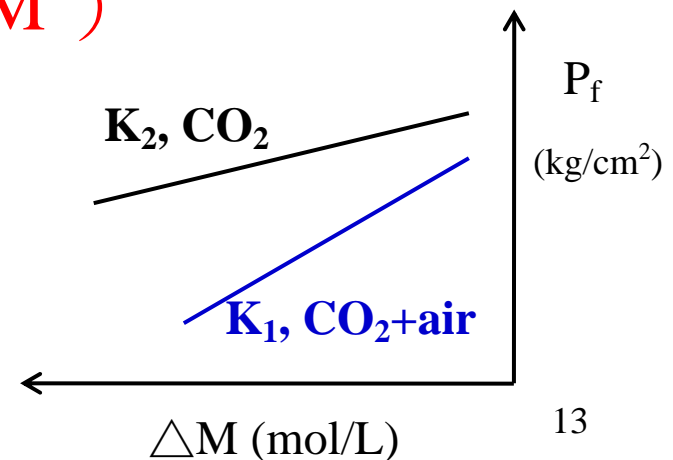
# 數據處理

- 由  $\Delta P (= P_f - P_n) \rightarrow \Delta n \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta M$ 
  - (1) 壓力計單位：kg/cm<sup>2</sup>，計算  $\Delta n$  時需換算為 atm
  - (2)  $\Delta M$  應為負值（水中 CO<sub>2</sub> 濃度漸減）
- 作圖包括二條迴歸直線，由直線斜率得二個亨利定律常數， $K_1$  及  $K_2$

（ $K$  為正值，單位：kg/cm<sup>2</sup> · M）

$K_1$ ：瓶中原含有約 1 atm 的空氣

$K_2$ ：瓶中原含有約 1 atm 的 CO<sub>2</sub>，  
即瓶中全為 CO<sub>2</sub>，接近理論值





# 數據處理

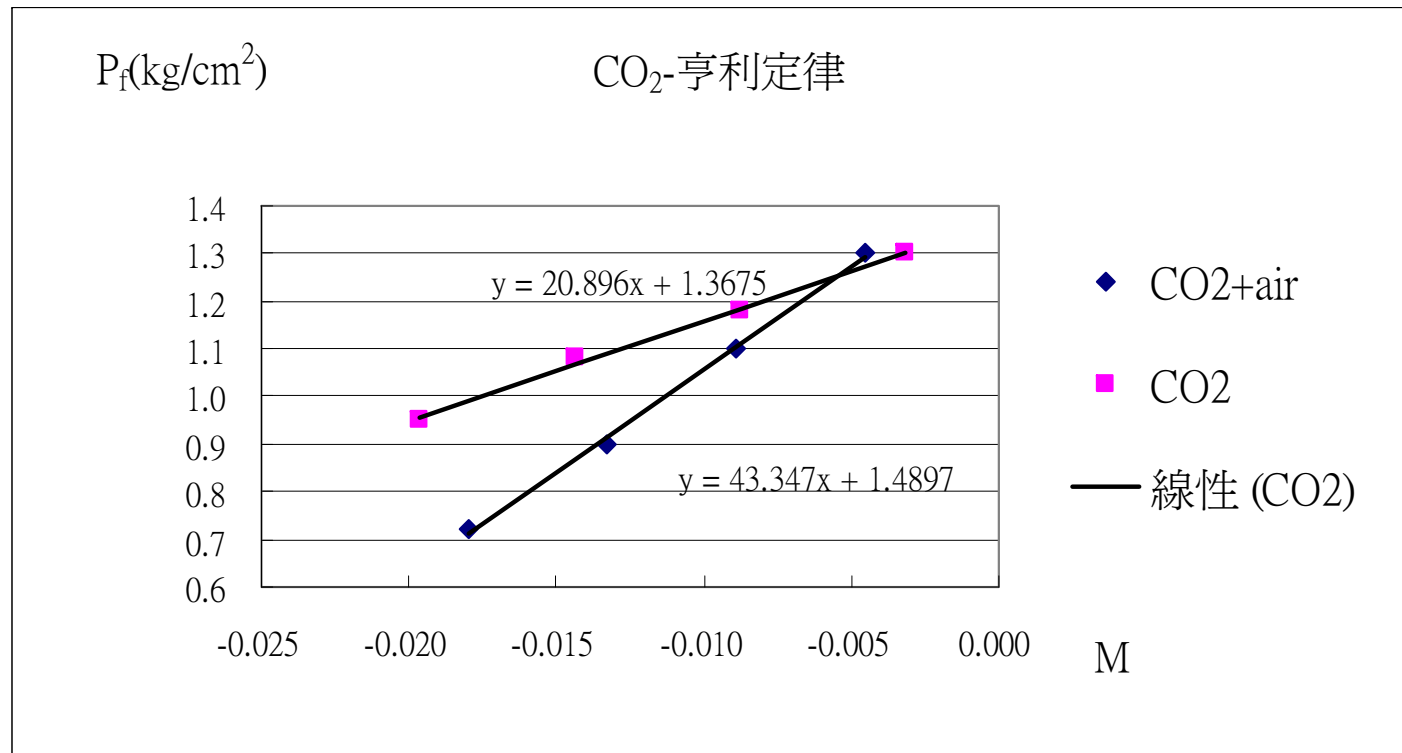
1 atm = 1.033 kg/cm<sup>2</sup>

	$P_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$P_f$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta P$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta P$ (atm)	$\Delta m$ (mol/L)	$\Delta M$ (mol/L)
$P_i$ 1.52	1.00	1.30	0.30	0.29	-0.0045	-0.0045
	0.81	1.10	0.29	0.28	-0.0044	-0.0089
	0.61	0.90	0.29	0.28	-0.0044	-0.0133
	0.41	0.72	0.31	0.30	-0.0047	-0.0180

	$P_n$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$P_f$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta P$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta P$ (atm)	$\Delta m$ (mol/L)	$\Delta M$ (mol/L)
$P_i$ 1.59	1.09	1.30	0.21	0.20	-0.0032	-0.0032
	0.81	1.18	0.37	0.36	-0.0056	-0.0088
	0.71	1.08	0.37	0.36	-0.0056	-0.0144
	0.60	0.95	0.35	0.34	-0.0053	-0.0196



# 作圖結果



$$K_1(\text{Air}+\text{CO}_2) = 43 \text{ kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{M}$$

$$K_2(\text{CO}_2) = 20 \text{ kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{M}$$