



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

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

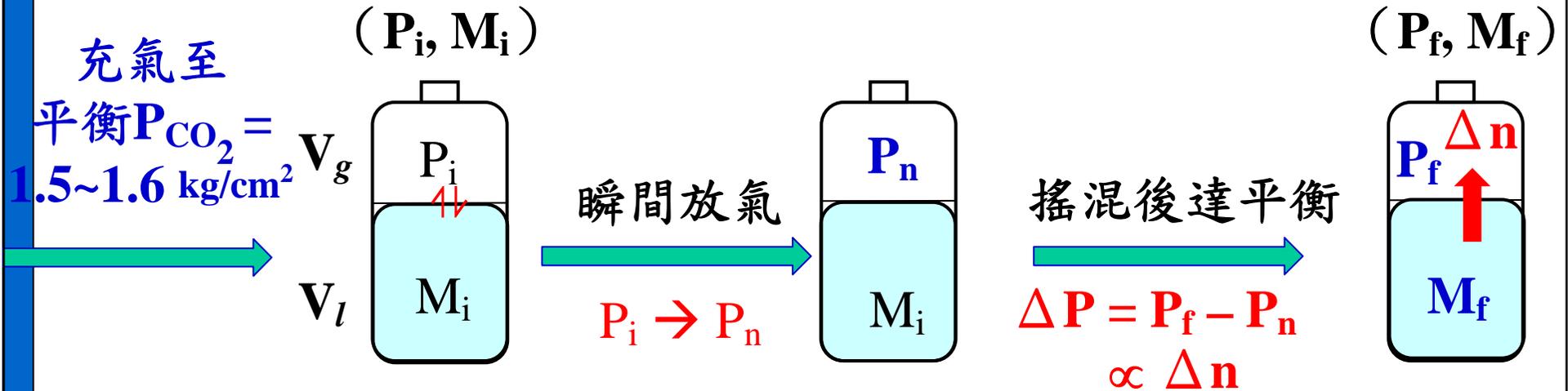
$$P_f = K \cdot M_f \quad (2)$$

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

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



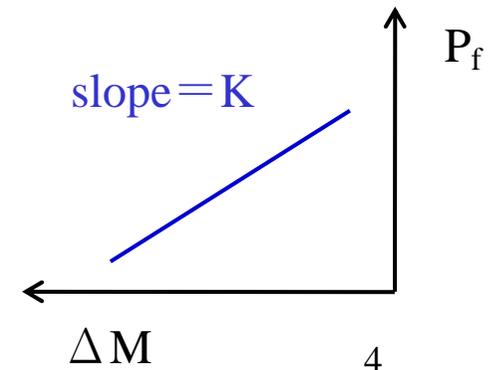
實驗流程



- 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

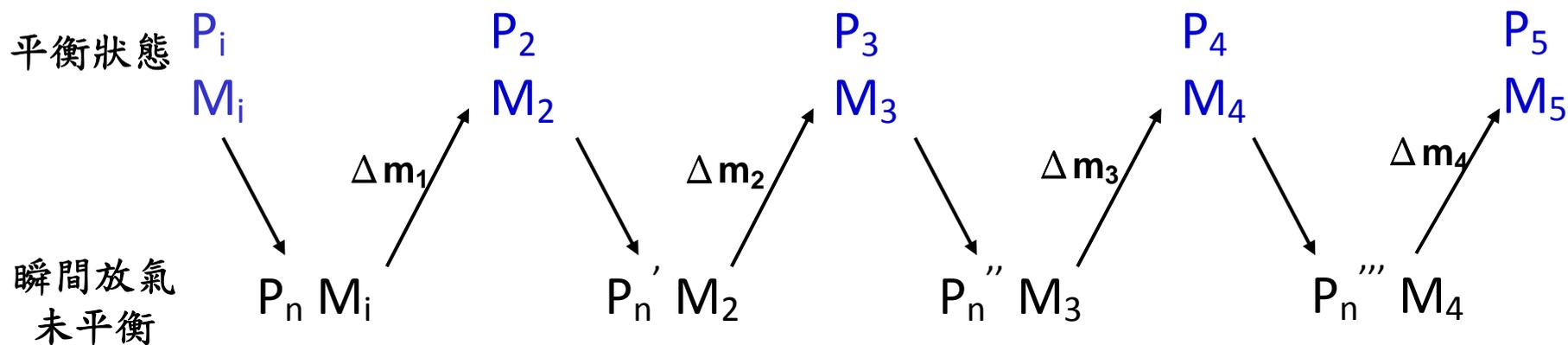
搖晃平衡



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

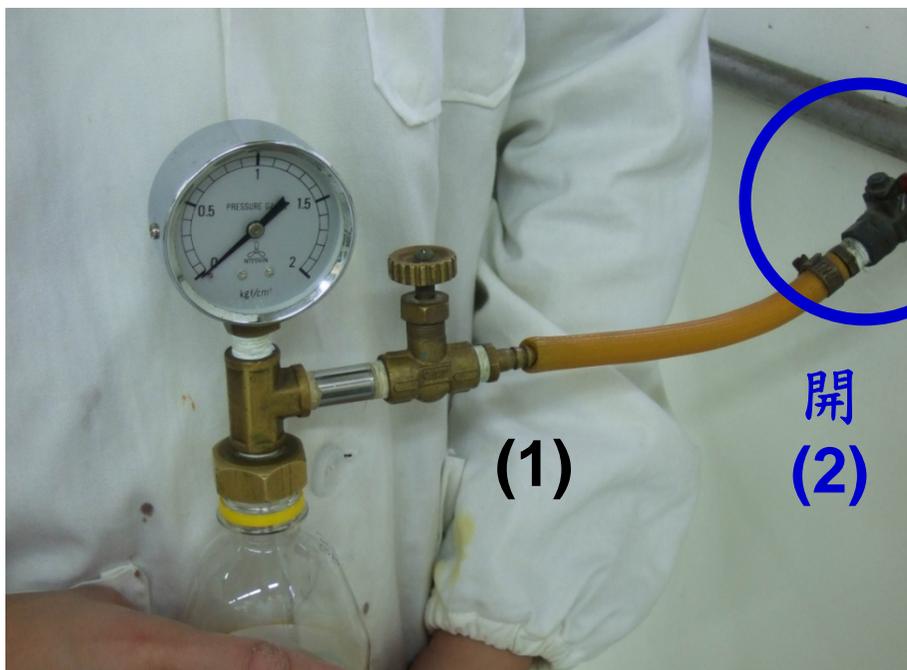


- 檢查防漏氣墊片
- 壓力計指針歸零
- 關閉供氣旋鈕 (A)
- 接上壓力計，旋緊後再轉45度
- 略擠壓瓶子檢查是否漏氣

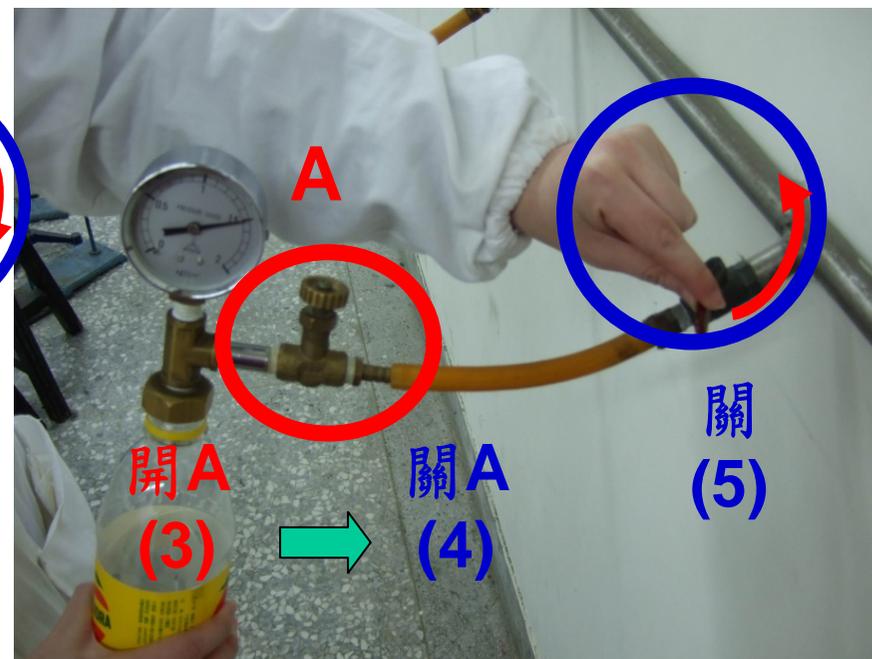
注意：裝接壓力計時勿歪斜或旋太緊，以免保特瓶口磨損，造成漏氣



步驟 3. 充灌二氧化碳氣體



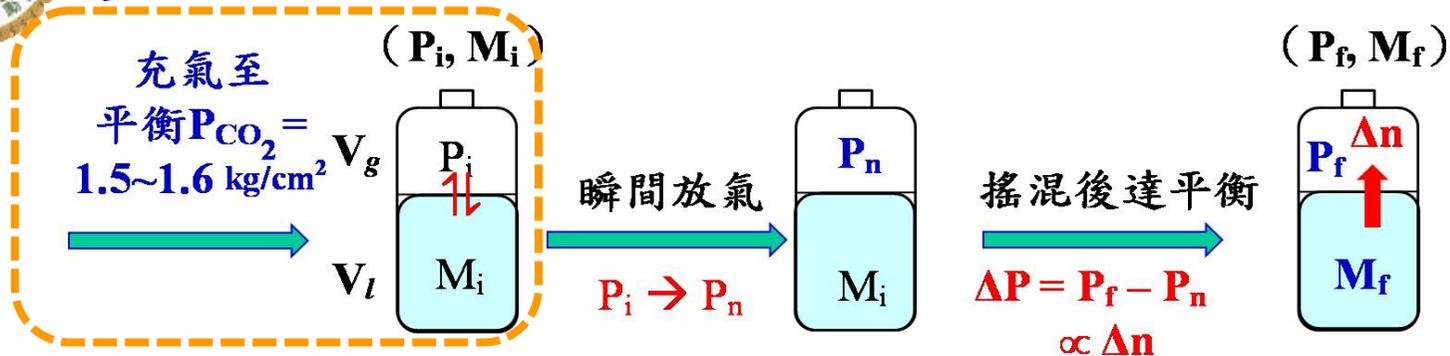
- (1) 連接供氣線橡皮管
- (2) 開啟CO₂供氣閥約15°



- (3) 打開A鈕充氣至壓力顯示1.5~1.6 kg/cm²
- (4) 關閉A鈕
- (5) 關閉CO₂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



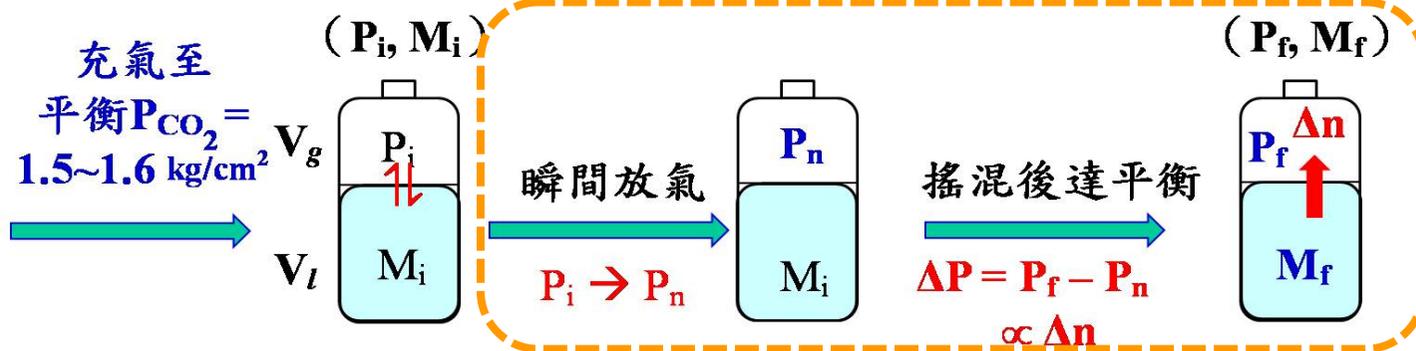
至平衡壓力維持定值

$1.5 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$ 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 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 CO_2 約3次，讓瓶中氣相部分全部為 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 kgf/cm^2 ，與 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



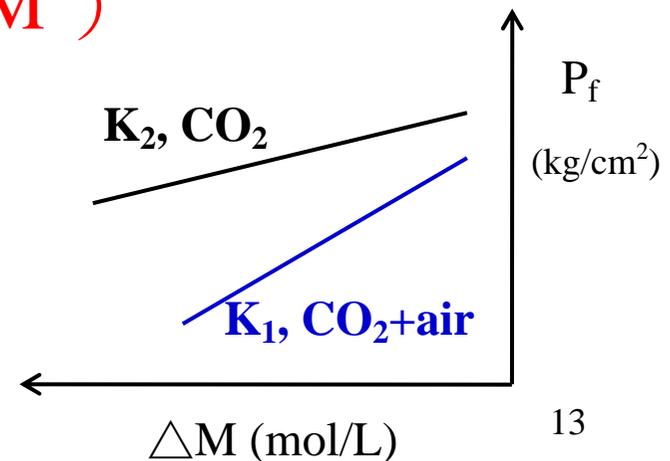
數據處理

- 由 $\Delta P (= P_f - P_n) \rightarrow \Delta n \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta M$
 - (1) 壓力計單位：kg/cm²，計算 Δn 時需換算為 atm
 - (2) ΔM 應為負值（水中 CO₂ 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/cm² · 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 CO₂，
即瓶中全為 CO₂，接近理論值





數據處理

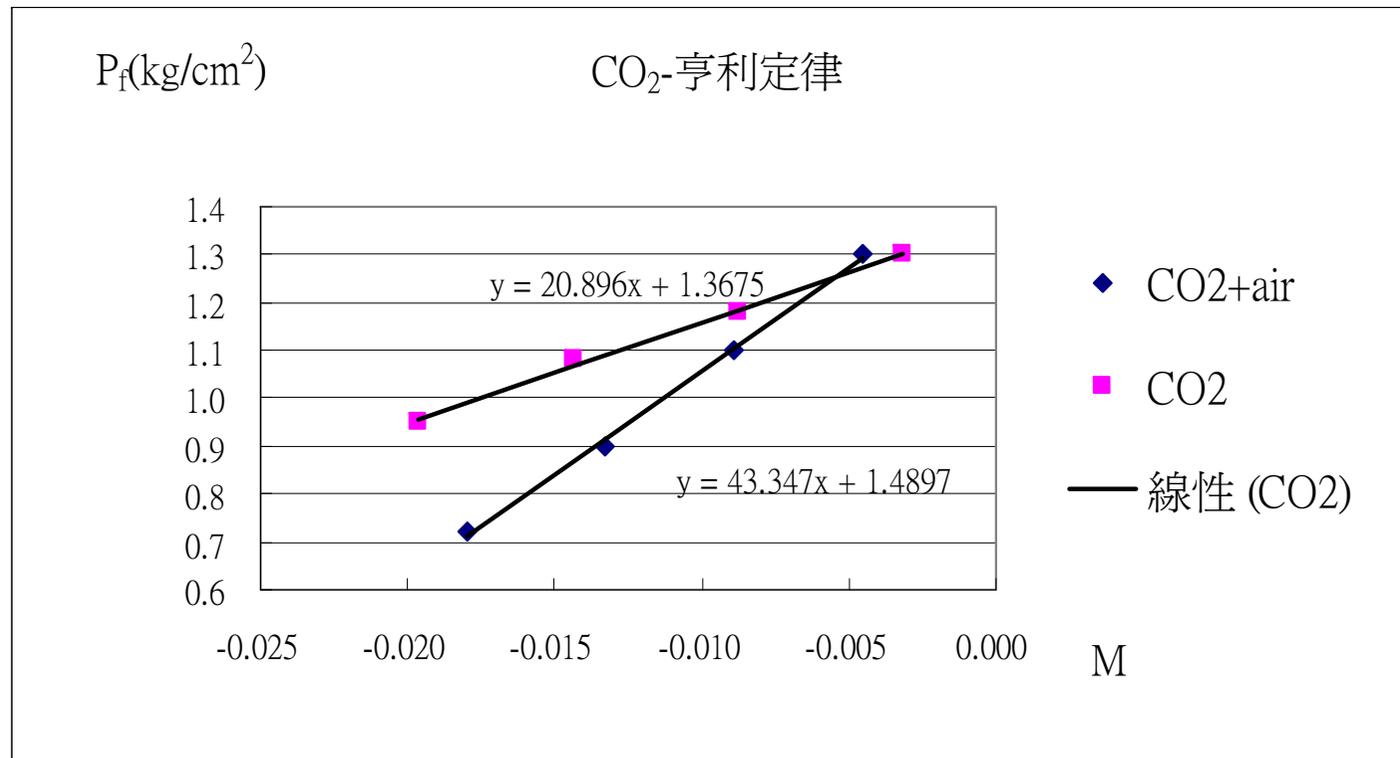
$$1 \text{ atm} = 1.033 \text{ kg/cm}^2$$

	P_n (kg/cm^2)	P_f (kg/cm^2)	ΔP (kg/cm^2)	ΔP (atm)	Δm (mol/L)	ΔM (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^2)	P_f (kg/cm^2)	ΔP (kg/cm^2)	ΔP (atm)	Δm (mol/L)	ΔM (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



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

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