

實驗九：溶液的吸附

實驗目的：研究活性炭對乙酸水溶液的吸附等溫線。

實驗原理：

吸附的分子和固體表面之間的相互作用類型在從非極性范德瓦爾斯力弱到強化學鍵合的寬範圍內變化。發生離子或共價鍵合的吸附的實例是氯離子（離子）或氧氣對形成氧 - 金屬鍵（共價）的金屬上的氯離子的吸附。在這些情況下，該過程被稱為化學吸附，其特徵通常在於高吸附熱（每摩爾氣體吸附 10 至 100 千卡）。化學吸附具有高度特異性，取決於表面分子和吸附分子的化學性質。由較弱的凡德瓦力和偶極力引起的吸附不是特徵性的，可以在低溫或中等溫度下在任何系統中發生。這種類型的吸附被稱為物理吸附，通常與低吸附熱（小於約 10 千卡/摩爾）相關。

定量吸附劑吸附的溶質量隨溶液濃度而增加。在某些情況下，吸附分子層只有一個分子深度，當晶格表面被覆蓋時進一步吸附停止。溶解的溶質和被吸附物質之間的平衡也取決於溶劑的性質和溫度，吸附量在較低溫度下增加。

從恆溫下的測量，可以得到 x / m （每克吸附劑吸附的克數）與平衡溶質濃度 c 的關係曲線，這被稱為吸附等溫線。

(1) Freundlich 等溫線： $X/m = kc^n$

x = 材料重量，單位為克，由 m 克吸附材料吸附

c = 溶液中的濃度，摩爾/升

n = 常數範圍從 0.1 到 0.5

k = 另一個常數

儘管 k 隨吸附劑的溫度和性質而變化很大，但對於不同的溶液，兩種不同吸附劑的 k 值之比是恆定的。

$$\log \frac{x}{m} = n \log c + \log k$$

以 $\log x/m$ 與 $\log c$ 作圖會得到一直線，其中 n 就等於斜率， $\log k$ 就等於截距。

(2) Langmuir 等溫線： $\frac{x}{m} = \frac{\alpha c}{1 + \beta c}$ 或 $\frac{c}{x/m} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\beta}{\alpha} c$

以 $c/(x/m)$ 與 c 作圖會得到一直線，其中 β/α 就等於斜率， $1/\alpha$ 就等於截距。

然而，方程式 (1) 預測通常在低濃度和高濃度下觀察到的行為。在低濃度下， x 通常與 c 成正比；在高濃度下， x 通常接近獨立的恆定極限值 C 。Langmuir 方程與 Freundlich 方程的不同之處在於當濃度增加時，吸附接近有限的極限。

實驗步驟：

1. 製備六種不同濃度的乙酸溶液，別將 0、5、10、20、50 和 100ml 的 0.5 M 乙酸分別加到 100ml 的容量瓶並用蒸餾水稀釋至刻度線(如下表)。

編號	C ₀	C ₅	C ₁₀	C ₂₀	C ₅₀	C ₁₀₀
醋酸(mL)	0	5	10	20	50	100
	加水稀釋至 100 mL(定量瓶)					

- 將每種溶液分別倒入 250ml 錐形瓶中，然後將 2g 活性碳(準確稱量精確到 100 mg) 加入到每個錐形瓶中，要確實記錄活性碳的重量。
- 每瓶搖動 5 分鐘(塞上橡皮塞)，每個錐形瓶均需均勻搖晃，然後靜置 30 分鐘以達到平衡。
- 達到平衡後，抽氣過濾收集濾液，自濾液中吸取 25mL 置入 125mL 錐形瓶，以酚酞作為指示劑並以 0.25M NaOH 滴定，記錄滴定過程使用 NaOH 的體積，並將剩餘的澄清溶液倒回錐形瓶中。
- 重複步驟 4 直到 6 個溶液皆滴定完畢。
- 標定 0.25M NaOH 溶液：準確稱取 0.5 g KHP 加入 20mL 蒸餾水，並用 NaOH 滴定，以酚酞為指示劑；需標定 2 次。
- 標定 0.5 M 乙酸：精確量取 0.5 M 的乙酸 20mL 至錐形瓶中，並用已經標定的 0.25 M NaOH 滴定，以酚酞為指示劑；需標定 2 次。

實驗數據：

(A)標定 0.25N NaOH

	Run1	Run 2
Wt. of KHP		
V _{NaOH} (ml)		

(B)標定 0.5N 醋酸

	Run1	Run 2
V _{HOAc} (ml)	20	20
V _{NaOH} (ml)		

(B)滴定

	C ₅	C ₁₀	C ₂₀	C ₅₀	C ₁₀₀
V _{HOAc} (ml)	5	10	20	50	100
V _{water} (ml)	95	90	80	50	0
Charcoal Wt. (g)					
V _{soln for titration} (ml)	25	25	25	25	25
V _{NaOH} (ml)					

	C_5	C_{10}	C_{20}	C_{50}	C_{100}
c (mol/L)					
x (g)					
x/m					

Freundlich isotherm

	C_5	C_{10}	C_{20}	C_{50}	C_{100}
$\log(x/m)$					
$\log c$					

Langmuir isotherm

	C_5	C_{10}	C_{20}	C_{50}	C_{100}
$c/(x/m)$					
c					

實驗計算：

- 對於每個燒瓶，計算
 - c ，被吸收物（乙酸）的最終平衡濃度；
 - x ，由吸收劑除去的乙酸的重量；
 - x/m ，每克活性炭的吸附量。
- 繪圖 x/m 對 c 。
- 繪圖 $\log(x/m)$ 對 $\log c$ 來測試 Freundlich 等溫線的適用性。計算公式中的常數 k 和 n 。
- 繪圖 $c/(x/m)$ 與 c 作圖，測試 Langmuir 等溫線的適用性。計算方程式中的常數 α 與 β 常數。